

کتابخانه صفیہ کار

۲۳۶۵۵۴

نمبر و خند
کتابخانه

طبقات دانش فلسفہ

۱۹۶

طبقات الأرض

أو

تسايط الجولوجية

وفقا للمنهج الذي أقرته وزارة المعارف العمومية

للسنة الثالثة الثانوية



بنلم

فواد صروف

محرر المقتطف

طَبَقَاتُ الْأَرْضِ

أو

بَسَائِطُ الْجَوْلُوجِيَّةِ

وَفَقًّا لِّلْمَنْهَجِ الَّذِي أَفْرَنَهُ وَزَارَةُ الْمَعَارِفِ الْعُمُومِيَّةِ

لِلسَّنَةِ الثَّالِثَةِ الثَّانَوِيَّةِ



أَوْ

فَوَاحِشُ صُرُوفِ

سِرِّ التَّحْتَاطِ

كتبته هذا الكتاب من نحو ~~سبعة~~ ^{أربع} سنوات وكنت عاقدا العزم
على ان اتبعه كتاباً اخرى في بسائط العلوم المختلفة انما حدث ما حملني
على طيه . ثم اتيت لي التحدث عنه مع صديق بحسن الظن بي . فاقنني
بوجوب طبعه ، فأعدت النظر فيه . واضفت اليه وحذفت منه ما جعله
متمشياً مع المنهج الذي اقرته وزارة المعارف العمومية للسنة الثالثة الثانوية
وغني عن البيان اني رجعت في تأليفه الى امهات الكتب الانجليزية
كمطولي جيكي ودانا وغيرهما من المؤلفات المدرسية الحديثة . وقد
اطلعت على كتاب الدكتور حسن بك صادق فجاريته في معظم الالفاظ
العربية وخالفته في بعضها

وقد تم طبع الكتاب على عجل في خلال شهر اكتوبر وكات المطبعة
مزدحمة بالاعمال فوقعت فيه اخطاء لا تخفى على اللبيب
فادا اصبحت شتاء من التوفيق فذلك من فضل ربي

فؤاد صروف

اول نوفمبر ١٩٣٢

الجيولوجيا

غايتها ومباحثها واساليبها — انصالحا بالعلوم الاخرى

تتألف لفظة (جولوجيا) من لفظتين يونانيتين الاولى (جه) ومعناها ارض والثانية (لوجوس) ومعناها خطاب او درس فيكون معناها (درس الارض) وتتناول باوسع معانيها كل مايتعلق بتركيب الارض . والغرض من هذا العلم البحث في كل المواد التي تتركب منها الارض ووصف اشكالها ومواقعها وترتيبها النسبي وتتناول طبيعة تكوينها والاسلوب الذي جري عليه هذا التكوين والتغيرات التي اتت بها في العصور الخالية والتي لا تزال تنتابها الى الآن. وبكلمة عامة غايته أن يكشف عن النواميس التي تجري عليها هذه المواد في تكونها والعوامل التي بين صفاتها وخواصها

والجولوجيا قسم من الناريح الطبيعي لذلك لا تتناول من مواد الكرة الارضية سوى المواد لمعدنية والصخرية بوجه خاص وتتركز البحث في شكل سطح الكرة وانواع اليابسة عليه للجغرافيا ودراسة المملكة النباتية والحيوانية والجيولوجية لعلوم الجغرافيا ودراسة

المواد الاساسى لعلم الكيمياء . على ان الجولوجى لا يستطيع أن
يخترق سطح الارض الى اعماق من بضعة اميال ولذلك ترى مباحثه
بوجه عام منحصرة فى قشرتها . ولذلك ترى علماء الجولوجيا يذكرون
فى كتبهم قشرة الأرض ويريدون بها ذلك القسم من بناء الكرة
الصخرى الذى تصل اليه مباحثهم وتتناوله على وجه من الرسوخ
والتثبت العلميين

اذا حفرنا بئرآى الأرض مررنا فى اثناء حفرها بطبقات متتالية من
الصلصال والرمل والحصى فنذكر فعل الماء لاننا لا نرى عاملا طبيعيا آخر
يحول فعل الماء الآن فى تنضيد طبقات الصلصال والرمل والحصى فيقودنا
ذلك الى البحث فى منشأ الطبقات التى نمر بها فى اثناء حفرنا وهل هى
رسبت اولا فى قيعان الأنهار والبحيرات او مصاب الأنهار الداخلة فى البر
او على شواطئ البحار . وقد نمر فى اثناء بحثنا على اصداق وعظام
او نباتات متحجرة مدفونة فى الصلصال او الرمل . ففي هذه الاجسام نجد
سبيلا آخر الى الوقوف على تاريخ هذه الطبقات الارضية لانه من المستطاع
، برفقة اصحاب هذه الاصداق والعظام وهل هى حيوانات كانت تعيش
فى البحار العذبة نياه او الأنهار او ماء البحر الاجاج
كذلك نمر على كثير من الطبقات المتخرجة المختلفة فى اثناء حفر

تفق من اتفاق سكة الحديد مثلاً او منجم او قطع جانب من اكمة لبناء
خط حديدي فترى طبقات مختلفة صلصالية ورملية وخبثية وحديدية
وجيرية منضدة احداها فوق الاخرى او مرصوفة احداها الى جانب
الاخرى. وكل طبقة من هذه الطبقات قد تحتوي على آثار بعض الحيوانات
والنباتات وبقاياها ولا يمكن تعليل وجودها الا اذا حسبنا ان كل طبقة
منها كونت بفعل عوامل مختلفة وفي احوال مختلفة من البحر والبر
والهواء والماء كما نرى في هذه الايام فالبجار والانهار ومصاها كل واحد
منها يختلف عن الآخر بمميزات خاصة في رواسته

والجولوجي في اثناء قيامه بالمباحث المتقدمة يستنير بالاحداث
الطبيعية التي تقع فعلاً في هذا العصر فيسند التشابه الى اسباب واحدة
او متشابهة . فهو يرى في هذا العصر الانهار تنقل الرمل والطين والحصى
وترسبها طبقات طبقات اما في البحيرات او في مصاب الانهار او على
شواطئ البحار . وهذا الفعل الطبيعي آل في سنوات معدودة الى ائتلاء
بعض المصاب وجفاف بعض البحيرات من رسوب هذه المواد فيها
وتحويلها من ارض مغمورة بالمياه الى ارض يابسة بعد ارتفاعها وانحسار
الماء عنها . ثم تجمدت طبقات الرمل والطين والحصى رويداً رويداً
فصارت طبقات صخرية

كذلك ترى الامواح بفعل المد والجزر والرياح تنبت الصخر

في جهة معرضة لها وللرياح وتجمع في الوقت نفسه مقادير عظيمة من الرمال في جهة اخرى غير معرضة للرياح والامواج . ونعلم انه في اثناء الزلازل وثوران البراكين ترتفع بلدان وتنخفض بلدان فقد ترتفع في وسط البحر جزيرة في منخفض لم يكن لها اثر فيه من قبل وقد تنخفض بلاد اخرى على شاطئه فتغمرها مياهه وتصبح اليابسة قاعاً للبحر . والافعال البركانية تؤثر في سطح اليابسة فتكون سلاسل جديدة من الجبال والآكام بفعلها او ترسل حمماً تصير على مر الزمان صخوراً مبلوراً كصخر البازلت وما اليه

فلما كانت هذه العوامل تؤثر في سطح الكرة الآن وتغير من حده الى آخر نسبة اليابسة الى البحار عليه طرداً وعكساً على ما هو مشاهد فالمرجح كل الترجيح ان هذا كان فعلها في العصور الغابرة ولا بدّ انها كانت العوامل الاولى التي استعملتها الطبيعة في تكوين قشرة الارض التي تنحصر بمباحث الجولوجيا فيها

ولقد كانت الارض في كل العصور ميدياً للتدمير والبناء في اثناء تاريخها — هنا تدمّر وتحفر وتجرف وتعرّى بفعل الامطار والأنهار والامواج والسيج والجد والمد والجزر . وهناك تبني برسوب المواد التي تحمّلها اليها من مكان الى آخر او بنماء النباتات والحيوانات على سطحها واتجه المواد التي تقدّمها اليها كمين من قلب الارض

اضرب في الارض انى شئت وابعد عن الشواطىء ما تمكنت وابحث
في طبقات الرمل والحصى والتراب والصخور وحلل في المواد التي
تتركب منها تجد انها كوتنت بفعل الماء كما ترسب طبقات الرمل
والحصى والطين في عصرنا الحاضر . وكما ان ثوارن البراكين الآن
وفعل الزلازل يغير اشكال الجبال والادوية فيرفع قمة هنا ويخفض وادياً
هناك ويحدث فالقاً ويجعد سهلاً هنالك كذلك علينا ان نعود بمثل هذه
الافعال في اقدم العصور الغابرة الى مثل هذه الاسباب

فدرس الجولوجي للافعال الطبيعية الجارية الآن يضع في يده
مفتاحاً للوقوف على تاريخ السكرة الارضية المتوغل في القدم ومما يسهل
عليه عمله ويجعله قرين الدقة والصواب درس آثار النباتات والحيوانات
التي يراها في الطبقات الصخرية المختلفة

ففي عصرنا هذا نرى كثيراً من الاصداف والاسماك وغيرها من
الحيوانات البحرية تدفن في الطمي الذي تحمله الانهار الى البحيرات
والمصابب ويرسب فيها طبقات متراكمة . كذلك نرى مياه الانهار تحمل
آثار الحيوانات البرية وجذوع الاشجار وغيرها من آثار النباتات ونشاهد
الزلازل تخفض السهول بما عليها من كائنات نباتية وحيوانية فتغمرها
المياه ثم تغطي الطبقات الحية بطبقات من الطين والرمل والحصى التي

ترسبها المياه . وعلى مر الزمان تتحجر اى تصير طبقات صخرية . فدرس الآثار التي نراها في مختلف الطبقات دليل الى الاحوال التي كوّنت فيها . هل كانت الحيوانات والنباتات برية او بحرية ؟ استوائية او من المنطقة المعتدلة او من المناطق المتجمدة ؟ وكما تحفظ آثار النباتات والحيوانات فى الطبقات الراسبة الآن كذلك حفظت آثار النباتات والحيوانات المتوغلة فى القدم . ولما كانت النباتات تختلف فمنها ما يمتاز به بقعة جافة وغيرها مما يمتاز به مستنقع وغيرها مما يمتاز به ناحية جبلية فلذا نجد فى معرفة صفات هذه الآثار فى الصخور سبيلاً الى معرفة الاحوال التي كانت تعيش فيها . وما يصدق على النباتات يصدق على الحيوانات ايضاً . فاجناسها مختلفة والبيئات والعصور التي كانت تعيش فيها هذه الاجناس مختلفة كذلك وكل جنس بل كل فصيلة منها لها سمات خاصة هيكلًا وبناءً . فمنها ما هو معد للجري او للطيران او للسباحة . ومنها ما يأكل النباتات او اللحوم . ولدى موازنة الآثار المتحجرة بما يعرف من اجناس الحيوانات العائشة الآن نستطيع ان نكون فكر أدقّ عن أحوال الميضية في العصور السابقة اذا سار الجولوجي على هذا النمط من البحث والدرس والموازنة تبين له انه يستطيع ترتيب الطبقات التي تتألف منها قشرة الارض ترتيباً تتعاقب فيه الطبقة تلو الطبقة تعاقباً منتظماً . فيعرف انه اذا عثر على الطبقة

الواحدة لزم انه يعثر تحتها على طبقة أخرى معينة ويستنتج على وجه من الدقة أن فوقها كانت طبقة أخرى معينة كذلك . ويستطيع أن يعرف من هذا النظام الذي يضعه ، آثار النباتات والحيوانات التي يجب أن يجدها في كل طبقة من هذه الطبقات مما يمتاز به عن غيرها . فتمت عرف هذا التعاقب على وجه من الدقة تعين عليه أن يعرف مدى هذا التعاقب اى الزمان الذي انقضى قبل تكون كل طبقة من هذه الطبقات . وأى الطبقات أقدم من غيرها وما مدى هذا القدم والادلة على ذلك . وما هي الآثار النباتية والحيوانية التي تميز كل طبقة عن أختها . وأين توجد هذه الطبقات على سطح الارض . ومن معرفة هذه الطبقات أو المكونات الجولوجية يستطيع الجولوجي أن يستخرج تاريخاً للكرة الارضية . وقد يكون هذا التاريخ غير كامل أو غير دقيق ولكن المبادئ الاساسية التي يبنى عليها كافية لان تبين أهم التطورات التي اتت الارض منذ تكوينها — تكوين قشرتها أولاً ثم أنواع نباتاتها وحيواناتها

فغاية الجولوجي القصوى هي أن يضع بياناً دقيقاً لكل التغيرات التي طرأت على سطح الكرة من أقدم الازمان التي وجدت فيها الطبقات الصخرية الى الآن في البر والبحر وأن يرسم صورة صحيحة لانواع النباتات والحيوانات البائدة وأن يبين صفاتها والاحياء التي عاشت

فيها — فاذا تم له تحقيق هذه الغاية كان ذلك من أكبر انتصارات العلم الحديث

ولعلم الجولوجيا علاقة بالعلوم الطبيعية كلها أو جلها . فهو يتصل من جهة بعلم الفلك حيث يتناول أصل الارض ونشوءها وعلاقتها بالشمس وسائر السيارات التي تتألف منها النظام الشمسي . ويتصل بعلم الكيمياء حينما يبحث في المواد التي تتألف منها الارض والعناصر التي دخلت في بناء الصخور . ويتصل بعلم الجغرافية الطبيعية حين يتناول توزيع اليابسة والبحار على سطح الكرة الأرضية ومواقع الجبال والوديان . وبعلمي الاثنولوجيا والاثنولوجيا حين يلم بأحوال السلالات البشرية من أقدم الازمان الى الان وقدمها وتفرقها والعوامل التي أفضت الى ذلك . وبعلمي النبات والحيوان حين يدرس آثار النباتات والحيوانات المتحجرة الباقية في طبقات الصخور . وبعلم الاقتصاد في كل ما يرتبط بالزراعة والتعدين وهندسة البناء والينابيع والحجارة الكريمة وغير ذلك . وفي كل ذلك لابد من أن يتصل بمبادئ علم الطبيعة — بنواميس الحرارة والضغط والسوائل والغازات والاشعاع وهلم جرا

الكرة الارضية

معلومات ابتدائية

الكرة الارضية - او الارض - احد السيارات التسعة التي تدور حول الشمس فهي السيارة الثالث في بعدها عن الشمس تلي عطارد فالزهرة ويليه المريخ فالمشتري فزحل فاورانوس فبلوطو وهو السيارة التاسع الذي كُشف سنة ١٩٣٠ . تم بين المريخ والمشتري الوف من الاجسام الصغيرة تعرف بالنجيمات (asteroids) وهي تتفاوت حجماً ومداراً ويُظن ان بقايا سيارتهم

والارض ليست اكبر السيارات ولا اصغرها

فقطر المشتري الاستوائي وهو اكبر السيارات يبلغ ٨٨٧٠٠ ميل اما قطر عطارد وهو اصغر السيارات الكبرى - اي بصرف النظر

عن النجيمات التي تعرف بالسيارات الصغرى - فهو ٣٠٠٠ ميل

ويبلغ قطر الارض نحو ٨٠٠٠ الاف ميل وبعدها عن الشمس

٩٢ر٨٢٠٠٠٠ ميل وهي تدور مرة كل سنة حول الشمس في فلك

اهلياجي فيحدث من دورانها هذا وميل محورها اختلاف الفصول -

الربيع والصيف والخريف والشتاء - كما ينشأ من دورانها حول محورها

مرة كل يوم اختلاف الليل والنهار

شكلها

والارض كرية لكنها ليست تامة الكروية فهي مسطحة قليلاً عند قطبيها الشمالي والجنوبي . فقطرها المحوري - اي قطرها من القطب الشمالى الى القطب الجنوبي - ينقص ٢٦ ميلاً عن قطرها الاستوائي . ولو كان كرة تامة الكروية لتساوى طول القطرين . وهذا التسطح الطفيف عند قطبيها يقتضيه دورانها على محورها

ثقلها النوعى

يبلغ متوسط ثقل الارض النوعى ٦ره قياساً الى ثقل الماء النوعى . اى اذا جعلنا الثقل النوعى لسنتمتر مكعب من الماء واحداً فتوسط الثقل النوعى لسنتمتر مكعب من الارض ٦ره على ان الثقل النوعى لقشرتها الخارجية لا يزيد على ٢٧ره وهذا يدل على ان بناء باطن الارض يختلف عن بناء قشرتها وعلى ان المواد التى يتركب منها اكثف جداً من مواد القشرة الخارجية

والارض كرية على جانب من الصلابة (rigidity) اى انها تقاوم القوى التى من شأنها تشويه شكلها . وهي كذلك على جانب من المرونة (elasticity) فتستطيع اذا تشوه شكلها بفعل قوة ما ان تستعيد شكلها الاصلى . وهي فى ذلك تفوق الصلب ضعفاً ونصف ضعف
اما صلابتها فظاهرة فى مقاومتها لتغيير شكلها بفعل جذب القمر .

والشمس . واما مرويتها فتبدو في مقدرتها على نقل الموجات الزلزالية في اية جهة من الجهات . ولو لم تكن على جانب من المرونة لكانت هذه الامواج تشققها

وتقسم الكرة الارضية من ناحية بنائها الجيولوجي الى اربعة اقسام

(١) الغلاف الهوائي ويعرف بالجو

(٢) الغلاف المائي وهو يغطي ثلاثة اربع سطح الارض محيطات وبحاراً وبحيرات وانهاراً وغيرها

(٣) الغلاف الحجري او اليابس (اسمه الفرنسي lithosphere

وليثوس اليونانية معناها حجر) اي قشرة الارض او اديمها

(٤) جوف الارض او باطنها

المعروف الهوائي او الجو (يقابله بالفرنسية (Atmosphere) من

لفظتي اتموس اليونانية ومعناها بخار او دخان وسفير ومعناها كرة .) وهو مزيج من الغازات الآتية: —

النروجين

الأكسجين

الغازات النادرة (وهي الأرجون والهليوم والكزينون
والكربتون والنيون)

الايدروجين

ثاني اكسيد الكربون

الاوزون (وهو شكل خاص من اشكال عنصر الاكسجين

يتولد من اكسجين الهواء بفعل الشرر الكهربائي في الجو)

ويحتوي الهواء عدد العناصر والمركبات التي يتألف منها على شوائب

عضوية وغير عضوية — تكثر عادة فوق المدن والبلدان العامرة وتقل

فوق السهول والبطائح والبحار

اما الشوائب العضوية فيغاب ان تكون من الاحياء الدقيقة وهذه

تنقص اذا هبطت حرارة الجو . وقد قدر الباحثون ان متوسط

ما يوجد من هذه الاحياء فوق البحار لا يزيد على واحد منها في

السنتمتر المكعب من الهواء

اما المواد غير العضوية فمعظمها من الغبار الناشيء من تقطت الشهب

والرجم ومما تقذفه البراكين وتسفيه العواصف من الاتربة وتبدده

المصانع من حرق الفحم وغيره في اتانينها (يشاهد في المدن الصناعية

ن الهواء مثقل دائماً بالهباب)

ثم هنالك شوائب غازية تصعد من المعامل الكيماوية او تتولد

في الهواء نفسه باتحاد بعض عناصره بفعل الشرر الكهربائي في الجو .
واشهر هذه المواد مركبات عنصر النروجين فاذا سقط المطر اسقط
بعض المركبات النروجينية فتسمد بها الارض التي تقع عليها
ويتعذر الآن تعيين مدى ارتفاع الغلاف الهوائي فوق الارض
تعييناً دقيقاً وانما يرجح على انه يتباين من مائتي ميل الى ثلاثمائة ميل .
ولكنه يبلغ هناك درجة عظيمة من اللطافة . والمرجح ان الهواء على
ارتفاع خمسين ميلاً فقط ليس له ضغط يذكر لشدة لطافته

فعله الجيولوجي

لقد شرحنا فعل الهواء الجيولوجي في الفصل الخاص « بالعوامل
الخارجية » ويلخص هذا الفصل في ما يأتي

(١) الهواء أكثر أقسام الكرة الأرضية حركة . فالرياح التي تهب
والامطار التي تهطل والثلج والبرد والامواج الطاغية من آثار حركة الهواء
وحاراته وبرده . ففعله المباشر - وغير المباشر كذلك - تمتد الصخور
وتعريتها وجرفها وهو فعل عظيم الاثر . فلا بد من حساباته عاملاً من أهم
عوامل التبديل والتغيير في القشرة الأرضية

(٢) في الهواء عناصر ومواد لها فعل كيميائي في مواد القشرة الأرضية -

الهواء كغطاء

ويمكن ان ننظر الى الغلاف الهوائي كغطاء اردنار للارض فيه لا

الغلاف الهوائي لكانت اشعة الشمس تنصب على الارض من دون ما يلفظها
 فترفع حرارة سطحها فوق ما يحتمله معظم الحيوانات . ثم ان حرارة سطحها
 العالية تشع بسرعة فيبرد في الليل برذاً لا يطيقه معظم الحيوانات كذلك .
 ولكن الغلاف الهوائي يلفظ اشعة الشمس قبل وصولها الى الارض ،
 ويمنع سرعة اشعاع الحرارة في اثناء الليل فتبقى حرارة سطح الارض
 بين درجتين توافقان الاحياء الارضية من الانسان الى ادنى النباتات
 وللهواء اثر في الاحياء من ناحية الاكسجين الذي فيه وهو
 العنصر اللازم للتنفس . ثم ان ثاني اكسيد الكربون الذي لامندوحة
 في حياة النبات

الغلاف المائي

براد بالغلاف المائي كل المياه التي على سطح الارض في المحيطات
 والبحار والبحيرات والانهار وغيرها . على ان مياه البحار والبحيرات
 والانهار ليست شيئاً يذكر امام مقدار المياه الذي تحتوي عليه المحيطات ،
 ولو كانت الارض كرة ملساء لا اودية على سطحها ولا جبال
 ووزعت مياه المحيطات والبحار على سطحها توزيعاً متساوياً لغشيتها
 غلاف مائي عمقه يتباين من ميل ونصف الى نحو ميلين . ولكن لما
 كان سطح الارض غير مستو فمعظم المياه متجمع في الاغوار الكبيرة
 ويغطي ثلاثة ارباع سطح الارض (٧٢ في المائة منه عند التدقيق) .

وكل المحيطات متصل بعضها ببعض فإذا أصاب سطح احدها تغيير في مستواه توزع هذا التغيير على المحيطات جميعها

المحيطات والبحار

المحيطات مبدأ الأنهار ومنتهىها . من سطحها يتبخر الماء ويعلوف في الجو ثم ينعم مطراً وثلجاً وبرداً . ومن مياه المطر ومذاب الثلج والبرد تألف السواقي والجداول والأنهار فتجری الى البحار وتصب فيها ولكن اذا اريد التعيين عنى بالمحيطات الخمسة وهى البلسفيكي (الهاديء) والاطلسي (الالتيتيكي) والهندي والمتجمد الشمالى والمتجمد الجنوبي . ويجري احياناً مجراها البحار المتوسطة الكبيرة واشهر الامثلة عليها بحر الروم (البحر الابيض المتوسط)

ويبلغ متوسط عمق المحيطات ميلان ونصف ميل ويقال ان حجم المياه التي تغطى سطح الارض يزيد ١٥ ضعفاً على حجم اليابسة البارزة فوق سطح البحر وان مقدار المياه التي تغطى سطح الارض يبلغ ١٥٠ ٧٢٢ ٣٢٣ ميلاً مكعباً

ويختلف متوسط حرارة المحيطات والبحار باختلاف خط العرض فتوسط الحرارة السطحية عن خط الاستواء نحو ٢٧ درجة بميزان سنغراد وينقص الى درجة اراكثر تحت الصفر (درجة الجمد) في البحار القطبية . واسكنمة ظاهرة غريبة مرتبطة بحرارة مياه البحر . فحرارة

الارض تريد بازدياد العمق اي اننا اذا حفرنا بئراً أعماقها ميل كانت الحرارة في قعرها اشد من الحرارة عند فوهتها . واما حرارة البحار فتتقص بازدياد العمق الا في المناطق حيث تكون حرارة السطح قريبة من درجة الجمد وقد عني العلماء بتقدير متوسط حرارة مياه البحار فقيلاً ان متوسط حرارتها عند القاع نصف درجة فوق الصفر بميزان سنتغراد وان متوسط حرارة كل ما في المحيطات والبحار يبلغ نحو ٥ درجات فوق الصفر بميزان سنتغراد

وذلك لان حرارة اشعة الشمس لا تنفذ الى ما تحت ٦٠٠ قدم من مياه البحار ولان الماء لا يوصل الحرارة ايصالاً جيداً يضاف الى ذلك ان المياه السطحية الدافئة في المناطق الاستوائية تبرد دائماً بما يتصل بها من مياه البحار القطبية الباردة

الغلاف المائي وفعله الجيولوجي

افردنا في غير هذا المكان، وفقاً للمنهج فصلاً، خاصاً بالامطار والانهيار و"اسيول والعيون والبحار والمحيطات وما لها من اثر في تغيير سطح الارض" تعتبر آ جيولوجيا فلبر اجمع في مكانه

"غلاف اليابس — أو الحجري" (lithosphere) الليثوسفير مركب

من نظامين يونانيين أحدهما ليثوس ومعناه حجر — ومنه الليثوغراف؛

او طبع الحجر وهو الطريقة التي تطبع بها بعض الصحف الملونة في القاهرة — وسفيروس ومعناه كرة

فالغلاف اليابس أو القشرة الأرضية — وقال العرب الاديم واديم الأرض — غلاف كروي الشكل مسطح قليلاً من القطبين . فقطره القطبي أو المحوري — أي الخط الوهمي الواصل بين قطبيه — يبلغ ٧٨٩٩٠ ميل وهو ينقص ٢٦٠٨ عند قطره الاستوائي — أي الخط الوهمي الذي يحيط به عند خط الاستواء — البالغ ٧٩٢٦٠ ميل

أما محيطه الاستوائي فيبلغ ٢٤٩٠٢ أميال وهو أطول من محيطه القطبي — أي الخط الذي يحيط بالكرة ماراً بالقطبين — بنحو ٤٢ ميلاً وتبلغ مساحة الغلاف اليابس ١٩٧ مليون من الأميال المربعة تغطي المياه ١٤٣ مليوناً منها والباقي وهو ٥٤ مليوناً أرض يابسة

ووجود أرض يابسة سببه أن سطح الكرة غير مستو ولو كان كروياً أماس لغطته المياه كما تقدم في الكلام على المحيطات والبحار

القارات

وأول ما يسترعى النظر من هذه استواء سطح الأرض وجو:
منخفضات وأعوار شامة — وهي التي تفرقها بهاب المحيطات —
ومراتبها الأربع —

في القارات والبحار والمحيطات

على أن الانتقال من الجزء اليابس — القارات — الى الاغوار
المنمورة بالمياه لا يتم فجأة بل رويداً رويداً لانه يحيط بمعظم القارات
أرض قليلة الانحدار الى عمق ٦٠٠ قدم — تعرف برغوف القارات —
ثم تنحدر فجأة الى الاعماق . ولكن هذه القاعدة ليست عامة . وتقدر
مساحة رغوف القارات بمساحة ملايين من الاميال المربعة

ويلى ذلك استرعاء للنظر فى مظاهر القشرة الارضية السهول
« plinius » والنجود « plateaus » والجبال « mountains » . وقد تناولنا
فى فصل « الوامل البركانية » موضوع نشؤ القارات وتكون الجبال
جوف الارض أو باطنها

كانت معرفتنا بجوف الارض الى عهد قريب معرفة نزره . ولكن
المباحث العلمية المختلفة التى يقوم بها العلماء فى نواح مختلفة تبشر بأن تسفر
عن حقائق تمكننا من تكوين رأي صحيح أو قريب من الصحة عن
جوف الارض

والادلة المتجمعة حتى الآن تشير الى أن باطن الارض مكون من
مادة جامدة مرنة لها صلابة الحديد . وقد تقدم معنا أن ثقل الارض
النوعى ٥.٥ و لكن الثقل النوعى لقشرتها ٢.٧ فقط فالثقل النوعى للمواد
التي فى حوفها أعظم بضعة اضعاف على الاقل من الثقل النوعى لقشرتها
وبذلك نأخذ من درس البراكين وما تقذفه فى أثناء تورانها ، ومن حفر

آبار التجارب العميقة ان باطنها على درجة عالية من الحرارة وان هذه الحرارة العالية صهرت المواد التي في جوف الارض انما يمنحها ضغط القشرة الارضية عليها من الانفجار . ولكن اذا اتفق لها موطن ضعف حيث القشرة الارضية ليست على ما هي عادة من قوة التماسك زلزلات الارض زلزالها او ثارت البراكين وانطلقت المواد المصهورة لابة وحمماً (على ما تراه مفصلاً في باب العوامل البركانية) مواد الارض

يغلب أن يكون سطح الارض منطى بغطاء نباتي يكثر أو يقل . وتحت الغطاء النباتي التربة الدقيقة وتحتها التربة الخشنة ثم الصخور المهشمة او الحصى . وتبين كثافة هذه الطبقة من بضع بوصات الى مئات الاقدام

وتحت هذه الطبقة من الصخر المفلقت في السهول والادوية وسفوح الجبال نجد الصخر الصلد وهو أنواع — الراسب والمتحول والناري — أما على منحدرات الجبال والآكام حيث، يتعذر على التربة أن تستقر من دون ان يجرفها سيل أو تسفيها ريح فتري الصخر الصلد بارزاً للعيان

تكون القارات

اختلف العلماء في تعليل تكون القارات . وأحدث الآراء في هذا

الموضوع رأي الاستاذ الفرد وجنر (Wegener) الالماني المتوفى حديثاً .
 كان مدير علم المساحة الاوقيانوسية في المانيا ومن أكبر الثقات فيه .
 وقد ذهب في كتاب ألفه من نحو عشر سنوات الى ان قارات الارض
 - آسيا وأفريقيا وأميركا الشمالية وأميركا الجنوبية واستراليا والجزائر
 الكثيرة - غير ثابتة في مكانها بل متحركة . فقال ان من ينظر الى خريطة
 الارض ويقابل بين قسميها الشرقي والغربي يجد ان الحد الجنوبي من
 قارة أفريقيا ينطبق على الحد الشرقي من قارة أميركا الجنوبية حتى كأن
 القارتين كانتا متصلتين ثم انفصلت إحداها عن الاخرى . ويجد أيضاً
 ان الحد الشرقي من أميركا الشمالية ينطبق على الحد الغربي من اوربا
 وعلى الحد الشمالي الغربي من افريقيا . فكأن أميركا الشمالية وأميركا
 الجنوبية كانتا متصلتين باوربا وافريقيا ولما انفصلت تكون المحيط الاطلسي
 بين الفريقين . واقام الادلة على هذا الاتصال من علوم الطبيعة
 والجيولوجيا والنبات والحيوان على ان هذه القارات الاربع كانت
 موصلة من نحو خمسين مليون سنة ثم حدث الانفصال المستمر اليه وجعلت
 المارتان امرستان أي أميركا الشمالية وأميركا الجنوبية تسيران غرباً
 شرقاً .

سلسلة جبال الاندس Andes

ويرى الاستاذ وليم بكننج ان قشرة الارض انشقت على أثر
انفصال القمر من الارض (كما أثبت جورج دارون نجل العلامة دارون
الشهير) فانفصلت قارتا أمير كامن أوروبا وأفريقيا واتجهتا نحو الانخفاض
الذي خلفه القمر - أي نحو المحيط الهاديء

ويرى القارىء في الصفحة التالية رسماً يمثل مذهب الاستاذ جفتر
في تكون القارات وانفصالها





الصخور

تطلق لفظة (الصخر) في عرف اللغة العامة على كل مادة حجرية قاسية . ولكن في عرف الجولوجيا يراد بالصخر كل مادة تكون جزءا من قشرة الارض سواء كانت صلبة أو ناعمة (رخوة) . لان التفريق بين المواد التي تكون قشرة الارض من حيث صلابتها ونعومتها لا يفيد شيئا فقد تكون الطبقة الرملية الواحدة في المكان الواحد حجرا رمليا صلبا يصح أن يستعمل للبناء وفي مكان آخر رملًا يجرف بالمجرفة . وقد تكون الطبقة الصلصالية الواحدة في مكان واحد صلبة وفي مكان آخر طرية كالعجون . وتختلف الطبقة الواحدة من الجير من الرخام المتبلور الى الطباشير الذي يسهل تفقيته لشدة رخاوته . وكذلك تختلف مقذوفات البراكين من الحمم الجامدة الصلبة الى الرماد الناعم المبعثر كالهباء . فالتفريق بينها على هذا الاساس غير مجد وفي عرف الجولوجيا كل هذه صخور لأنها تكون قشرة الارض

وتقسم الصخور الى ثلاثة أنواع (١) الراسبة أو المنضدة اي ذات الطبقات (٢) النارية (٣) التحولة

المواد التي تتكون منها قشرة الارض

اذا صرفنا النظر عن الاراء المتعددة في حالة باطن الارض والمواد التي يتكون منها لاننا لانعرف عن هذه المواد شيئاً بطريق الملاحظة والبرهان صح لنا ان نقول بأن قشرة الارض مؤلفة من صخور ومكونات صخرية. والبرهان واضح فكل الرمل والحصى على شواطئ البحار ليس سوى قطع صغيرة أو كبيرة من الصخور الكبيرة ولا بد أن يكون تركيب هذه كتركيب تلك. كذلك الطين والصلصال اللذان نجدتهما في أعماق البحار هما صورة أخرى للصخور والرمل والحصى بلغت حباتها غاية من الدقة والنعومة. فمن هذه المواد تتكون قشرة الارض وهي المواد التي نجدها دائماً أمامنا كلما احفرنا في الارض فهي آناً على صورة واحدة وآناً آخر على صورة أخرى

طرق الدراسة

يتناول العلم دراسة الصخور من وجهين وجه كيميائي ووجه معدني أو طبيعي. فالكيميائي في مختبره يحلل كل المواد في الطبيعة الى عدة عناصر أولية هي العناصر الكيميائية التي كشف منها حتى الآن نحو تسعين عنصراً. هذه العناصر إما غازية كالكسجين والايديروجين والنيتروجين والكلور وإما سائلة كالبروم والزرنيخ أو جامدة كالزئبق

والفضة والذهب. والجامدة اما فلزية كالفضة والذهب والحديد والزنك او غير فلزية كالسلكون والكربون والكبريت والقصفور. فاذا درس الكيميائي صخوراً من الصخور حلله الى عناصره الاولية التي يتكون منها فهو يحلل الرخام مثلاً الى حمض كربونيك وجير والحمض الكربونيك ينحل الى كربون واكسجين وايدروجين والجير الى كلسيوم واكسجين فكانه يحل الرخام الى اكسجين وايدروجين وكلسيوم وهي العناصر التي يتركب منها. اما اذا اراد عالم ان يدرس الصخر من الوجهة المعدنية او الطبيعية اكتفى بأن يعرف انه مؤلف من حجر جيرى نقي او غير نقي ناعم او قاس مبلور او غير مبلور. والجيولوجي يريد ان يعرف فوق هذه الحقائق جميعها الطبقة التي وجد فيها وكيف وجد وماهى الصخور الاخرى التي كانت معه وهل وجدت آثار متحجرة فيه. ومن هذه الحقائق يحاول ان يكون فـكـراً عن الاحوال التي تكون فيها هذا الصخر. وفي الوصول الى نتائجه يستمد عوناً كبيراً من مباحث الكيميائي والمعدني

المواد التي تتكون منها الصخور

تتكون الصخور من مواد تنحل الى العناصر الاولية واكثرها وجوداً هو الاكسجين والسلكون يليهما الالومنيوم فالحديد فالجير واليـك النسب التي توجد فيها هذه العناصر كما عرفت من تحليل صخور

كثيرة في أنحاء مختلفة من الارض

الأكسجين ٤٧ في المائة } وهما معا يؤلفان نحو ثلاثة ارباع القشرة الارضية
السلكون ٢٨ في المائة }

الاولومنيوم ٧٦٠ ر في المائة

الحديد ٤٦٤ ر في المائة

الجير ٣٥٠ ر في المائة

الصوديوم ٢٦٣ ر في المائة

المغنيزيوم ٢٦٢ ر في المائة

البوتاسيوم ٢٣٥ ر في المائة

واكثر مركبات هذه العناصر وجوداً في قشرة الارض هي
أكسيدها اى المركبات التى تتولد من اتحادها بعنصر الأكسجين
وهذا سبب وجود هذا المقدار الكبير منه في قشرة الارض لانه غاز
ولا يوجد صرفاً الا في الهواء

واشهر الاكسيدات اكثرها وجوداً (وزناً) هي الآتية

السكا وهى مادة الرمل اكسيد السلكون ٦٠ في المائة

الاولومينا (اكسيد الاولومنيوم) ١٥ في المائة

اكسيد الجير ٩٠ ر في المائة

المغنيزيا (اكسيد المغنيزيوم) ٣٦ ر في المائة

الصودا (اكسيد الصوديوم)	٣٥٥ في المائة
اكسيد الحديد الاول	٣٥٢ في المائة
البوتاسا (اكسيد البوتاسيوم)	٢٨٠ في المائة
اكسيد الحديد الثاني	٢٦٣ في المائة
الماء (وهو اكسيد الهيدروجين)	١٥٢ في المائة

وباقى الاكاسيد توجد في نسب اقل من واحد في المائة وأما المواد المركبة التي تتألف منها من اتحاد هذه الاكاسيد بعضها ببعض أو ببعض المركبات من عضوية او غير عضوية فاشهرها التالية (وهذه

الاحصاءات منقولة عن الانسكلوبيديا البريطانية)

(١) المواد المفككة

كالرمل والحصى وماليهما

(ب) المواد الخزفية

كالطين والصلصال والطيني وغيرها

(ج) المواد الحبرية

كالجبر الجيرى والرخام والطباشير والجبس والالبستر

(د) المواد الكربونية

كالفحم على انواعه والغرافيت والبهايجين والنهط والبتيرل والقطرار

(هـ) المواد السلكية (الرملية)

الكوراتز والصوان واليصب والعقيق والكوارتز هو الصخر الذي
توجد فيه أحيانا عروق الذهب

(و) المعادن البسيطة

الفلسبار - ويكون في الغالب من السلكاوالالومنا والبوتاسا والصودا

الميكاهي القشور اللماعة والتي تراها في حجر الغرافيت

(الاسبستوس) حجر القتيلة - وهو المعدن الذي لا يحترق

المواد النارية - المبلورة

كالغرانيت والبازلت واللابة (حمم البراكين)

المواد الملحية

كالمح العادي وتترات الصودا والبوتاس والشب والبورق

الفلزات

الذهب والبلاتين والفضة والنحاس وغيرها توجد صرفة في الطبيعة

الصخور الرابطة

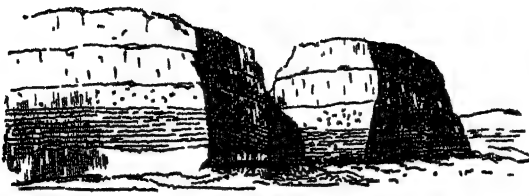
الحصى الصخري في محجر جيري أورملي تر الحجارة فيه منضدة

في طبقات . ففي بعض الأماكن تجد هذه الطبقات مستوية وفي غيرها

مائلة في الطريق من مصر القديمة الى حلوان قبل دخول المعادي

نشهد هذه الطبقات مسطحة موازية في تسطحها لسطح الارض.

فهي مستوية واما في الانحاء الجبلية فتراها غير مستوية بل مائلة ومما يلاحظ بعد تنضيد الحجارة طبقات وجود مفاصل أو فواصل تنفصل بها الطبقة الواحدة الى قطع كثيرة



وقد ثبت ان

الصخور المنضدة

تغطي نحو تسعة أعشار

اليابسة وعدم وجودها

الصخور المنضدة

في بعض الأماكن سببه تفتتها وجرفها بالعوامل المختلفة أو تغطيتها بالصخور النارية التي من اصل بركاني. ولما كانت هذه الصخور المنضدة كوني اولاً في الماء فيلزم عن ذلك كحسوف يحيي معنا ان كل بقعة في اليابسة كانت في أزمنة مختلفة مغسورة بالماء . وأعظم ما تبلغه كثافة هذه الصخور المنضدة يتراوح بين عشرة أميال وعشرين ميلاً . ولا ريب في ان متوسط كثافتها يبلغ بضعة آلاف من الاقدام (١)

انواع الصخور (الراسبة): — أشهر انواع الصخور المنضدة .

١ - الصخور الرابية ٢ - الصخور البازلية ٣ - الصخور الجيرية

وكل هذه الأنواع قد يكون لها تركيبات مختلفة

.....

.....

حالتها المتحجرة هي الصخور او الحجارة الرملية المختلفة التي تستعمل في البناء وغيره

والصخور الطينية في حالتها الرخوة هي طبقات الطين والصلصال التي يصنع منها الطوب والوحل والمواد الطينية التي تغطي قيعان البحار . وفي حالتها المتحجرة هي الطفال (معجم شرف) واذا كانت اقصى من ذلك فهي اللوح الحجري المعروف بقساوته ولكنه يحسب عادة من الصخور المتحولة والصخور الجيرية في حالتها المسحوقة هي الوحول الجيرية التي توجد في بعض البحار وفي حالتها المتحجرة تحجراً خفيفاً هي الطباشير وفي حالتها المتحجرة القاسية المبلورة تقريباً هي انواع الرخام على اختلافها

حقائق عن الصخور المنضدة

(١) الصخور المنضدة هي اتربة ناعمة حملتها المياه وبلغت درجات مختلفة من التحجر . والدليل على ذلك ان كل ما نلاحظه من المميزات في الاتربة التي تجرفها الانهار الآن وترسبها نجده في الطبقات المنضدة التي كونت في ازمنة قديمة

(٢) سبب هذا التحجر اما ضغط الاتربة نفسها بعضها على بعض لثقلها ويساعدها في بعض الاحيان حرارة لطيفة وفي احيان اخرى قد توجد مادة تلحم بينها كالسمنت واشهر هذه المواد كربونات الجير واسلكا وهي مادة الرمل . فاذا وجدت هذه المادة اللاصقة سهلت

مراقبة التحجر لانه يكون سريعاً . كما يشاهد في تسكون بعض
الصخور الجيرية في جزائر المرجان اما في ماعدا ذلك فالتحجر بطيء

(٣) الصخور المنضدة رسبت على مهل . اى انها لم تتكون دفعة
واحدة كما كان يعتقد بعض الجولوجيين القدماء . ولكنها تكونت
بفعل العوامل التي نشاهدها الآن . وقد كان البطء في بعضها عظيماً
لاننا نشاهد في بعض الصخور طبقات رقيقة كالورق وكل طبقة منها
تمثل تعاقب حالة من الحالات الطبيعية التي كانت عاملاً كبيراً في
تكونها كفيضان النهر مثلاً

(٤) الصخور المنضدة كانت اولاً مستوية تحت الماء . وهذا
نتيجة الرسوب في الماء فإذا وجدنا هذه الصخور في وضع غير
مستوي او في مكان غير مغمور بالماء فهذا التغير نتج بعد تكون الصخور
ويرجع الى اسباب اخرى . ولا يعني هذا ان الطبقات كانت مستوية تماماً كل
واحدة منها لها نخانة واحدة في كل جهاتها . فقد تكون الطبقات ثخينة
في جهة وقليلة الخانة في جهة اخرى وقد تكون بعض الطبقات غير
مستوية احداها فوق الاخرى وسبب ذلك رسوب الاتربة
رسوباً سريعاً من تيارات متعارضة عند مصاب الانهار . وقد
تكون بعض الطبقات المنضدة مجمدة بفعل بركاني كالجبال

الصخور الراسبة واوصافها

الصخور الراسبة ثلاثة انواع : فمنها ما يرسب رسوبا طبيعياً كما يرسب طمي النيل عند مصبه . وكما يرسب الرمل الذي تسفيهه الرياح فتكون ككثبان الرمال . او كما يرسب طمي النيل على ضفتيه ومنها رواسب كيميائية فتكون المواد محلولة في الماء فيتبخر الماء بفعل حرارة الشمس وتبقى المواد راسبة . مثال ذلك الرواسب المانجية في بعض البحيرات التي يتبخر ماؤها ولا يعوض بماء المطر او البحر او النهر ومنها رواسب عضوية من نباتات وحيوانات . فالفحم ليست الا رواسب نباتية اتت عليها عوامل أخرى وفي البحار حيوان مكرس كوني يدعى « الفورمانيفرا » تتكون منه الرواسب الجيرية في قيعان البحر

* * *

(الحجر الرملی) الحجر الرملی صخر مؤلف من دقائق رمالية متسكة بعضها ببعض بمادة أخرى لاصقة . ودقائق الرمل مركبة عادة من كبريت دقيقة من بلورات الكوارتز وقد تكسرت حروفها الحادة بجزء رطب . والاحجم الكسر فتموقف على المسافة من مكانها الى ذلك على قوة التبران المائنة التي جرت .

الرملي يكون ابيض او رمادي اللون . واذا كان اكسيد الحديد
فلونه يكون اما اصفر أو بني ثمّ وهو الغالب . واذا وجدت اثار مواد
كربونية اتخذ الحجر لوناً ضارباً الى الرمادي القاتم او السواد

وتقسيم الاحجار الرملية الى انواع يقوم على اساس المادة التي
تربط بين الدقائق فهي اما جيرية أو سيليسية

الحجر المكلتل (Con glom merate) الحجر المكلتل هو حصى تربط بينها
مادة دقيقة الحبيبات وهو شبيه بالحجر الرملي الا انه الاجزاء المركب منها
اكبر من اجزاء الحجر الرملي . وهو يوصف عادة بصفة الاجزاء التي يتركب
منها لا بصفة المادة التي تربط بين هذه الاجزاء كالحجر الرملي . ويختلف
الحجر المكلتل عن البريش « Breccia » في أن الكسر التي يتكون منها
الحجر المكلتل تكون غير حادة الحروف اما كسر البريش فتكون حادتها

(١) الصخور الجيرية وهي كلها مكونة من كربونات الجير
فاذا صببت عليها حمضاً أرغت وخرج منها غاز . ذلك الغاز هو ثاني
اكسيد الكربون ، يخرج لان الحمض يحل الكربونات الى اكسيد الجبر
وثاني اكسيد . الكربون واذا أُحميت هذه الصخور تحولت تراباً ناعماً
وتكثر كربونات الجبر في الطبيعة فتوجد احياناً في اشكال انورية
سُفنة تدعى سباب اسلندا ، واذا كانت باوريات في سطحها مواسير

دعيت (ارغونيت) واشهر الصخور الجيرية هي الرخام والالابستر الجيري والصخور الجيرية والطباشير والحجارة التي تستعمل في طبع الحجر (والطباشير) حجر جيري ابيض مؤلف من اصداف حيوانات مكرسكوبية بحرية قديمة تعرف (بالفورمانيفيرا)

٢ - الصخور الكربونية واشهرها الماس وهو كربون صرف يحترق بلهب قوي فلا يبقى منه سوى ثاني اكسيد الكربون . والغرافيت الذي تصنع منه اقلام الرصاص وقد دعيت اقلام الرصاص خطأ . وكذلك انواع الفحم من الانتراسين اقساها الى اللجنيت ويعرف بالفحم الاسمر وهو حديث التكوين الى البيت وهو اول مراتب تكوين الفحم

٣ - الصخور القطرانية واشهرها البترول وهو سائل يحترق ويكثر في التوقاوز بلاد ايران وارض الولايات المتحدة وجزيرة بورنيو وشمال عراق وهو دواعض الاعمال التجارية والسياسية في هذا العصر لانه سهل في الحرق والطيران والاساطيل . وغير البترول نجد الزفت والاسفلت والفطران والبترول وهي من أصل واحد

٤ - الحجارة الطينية واصلاها من انربة دقيقة ناعمة اذا مزجت بالماء يترسب في شكل كتل يابس الغالب الذي توصل فيه فاذا جفف على سطح خشن خفف الى تخلفه باختلاف الصخر الطيني من حيث اللون والصلابة والقسوة من حيث رملية منتنة من صخور

نارية في جبال الحبشة مصدر النيل الازرق . وتختلط بها مقادير قليلة من مركبات اكسيد الحديد وسليكات الالومنيوم . اما ترسيبها على ضفاف النيل بعد فيضان كل سنة فسرٌ خصب التربة المصرية

٤ - الصخور الملحية وهى في الغالب تذاب في الماء كالمالح العادى (المعدنى) اى الذي يوجد طبقات في المناجم تحت الارض وهو في تركيبه الكيماوي مثل المالح الذي يستخرج من ماء البحر بالتبخير واشهر مناجم المالح في اسبانيا والمانيا والمجر

الصخور النارية

موازنة بين والصخور النارية والصخور الرسبية

النارية

الرسبية

١ - منضدة ومسنوية في الغالب ١ - غير منضدة وغير مسنوية

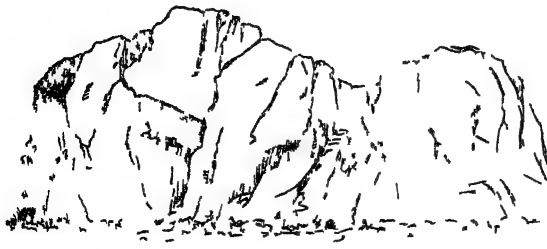
٢ - تحتوى على آثار حيوانات ٢ - لا تحتوى على هذه الآثار

المحجرة

وبابات محجرة

٣ - متبردة

٣ - عبرية



الصخور غير نارية

وهذه المميزات

لدى عمارات الصخور

النارية دبل على أن

صل كد

مصهورة بفعل الحرارة ثم بردت فبلورت . وتقسم عادة الى قسمين بسيط ومركب

الصخور النارية البسيطة

١ — الكوارتز هو في الحقيقة سلكا قمية متبلورة ومنه انواع تحسب في عداد الحجارة الكريمة

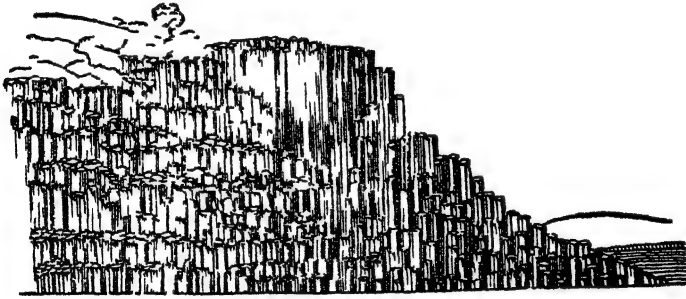
١ — فلسبات هو سلكات مزدوجة من معدن الالومنيوم ومعدن آخر كالبتاسيوم أو الصود يوم أو الكالسيوم. ولونه ضارب الى البياض يكون في بلورات ويصهر على دجة عالية من الحرارة أقسى من البلور ولكن الكوارتز أقسى منه

٣ — الميكا كالفسبات سلكات مزدوجة من الالومنيوم والبتاسيوم ولكنها تحوي احيانا قليلا من اكسيد الحديد ولونها لؤلؤي براق وبلوراتها غير قاسية تنفصل الى طبقات رقيقة كفلوس السمك وتوجد في بعض الصخور الرملية والغرانيت وهي انواع كثيرة

الصخور النارية المركبة

هي اقسام تختلف من حيث قياس بلوراتها وشكلها
ب — وساعه أقدم الصخور النارية وهو مركب من
صخور نارية وسيليكات وفسبات وميكا . ويسهل تمييز
الفسبات عن الميكا .

بلورات غير شفافة بيضاء أو خضراء أو صفراء أو وردية اللون والميكاكشور رقيقة لماعة لؤلؤية قائمة. والجرانيت يكثر في جوار اسوان (٢) البازلت وأشباهه وهي الصخور البركانية — أي التي تقذفها البراكين . وصخور البازلت قذفتها البراكين القديمة. وهي قاسية وكثيفة سوداء اللون ووجود اكسيد الحديد الممغنط فيها يجعلها تحرف ابرة البوصلة . وهي قاسية جداً تستعمل في بناء الشوارع والارصفة



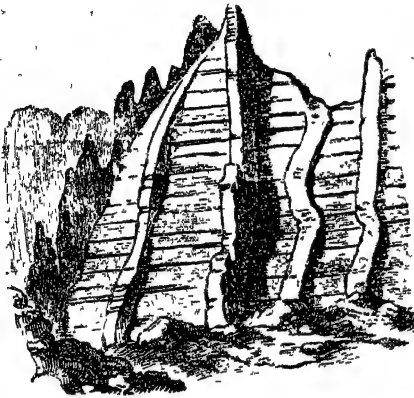
البازلت العمودي

وكثيراً ما ترى صخور البازات وهي في حالتها الطبيعية في أعمدة قائمة. والدولوريت يشبه البازات الا انه أكثر تبلوراً منه ولونه رمادي قاتم (٣) الصخور البلورية — الاوبسديان أو بلور البراكين

« السدود » السدود هي صخور نارية تقذفها البراكين مصهوره ، غتملاً شقوقاً في قشرة الارض ثم نجمد فتصير لؤلؤاً قائمة رتكة .

هذه السدود في الجهات الجبلية وتختلف نحوه السد من بضع أقدام الى مئات الأقدام . وهي تختلف عن العروق المعدنية — في أن السدود أصلها من مواد بركانية مصهورة والعروق المعدنية أصلها مما تذيبه المياه تحت سطح الأرض ثم ترسبه في شقوق القشرة الأرضية .

الصخور المنصودة



السدود

بين الصخور الراسبة المنصودة والصخور النارية المتبلورة نوع من الصخور يعرف بالصخور المتحولة . وهذه الصخور منصودة من

جهة كالصخور الراسبة ومبلورة

لا ترفيها الآثار المتحجرة كالصخور النارية . ويقال في أصلها أنها كوَّنت من رسوب الآتربة كالصخور الراسبة المنصودة ولذلك فهي منصودة ثم فعلت فيها الحرارة فتلورت لذلك دعيت بالصخور المتحولة أشهر أنواعها :

(الجنيس) هو كل صخر متحول مصفح (اي ذو طبقات أو صفائح) يشبه الجرانيت في بنائه . وأشهر اصنافه مركب من بلورات الكوارتز والفلسبار والميكا وصفائح أخن من صفائح الحجر التالى (الشيست) وأقل

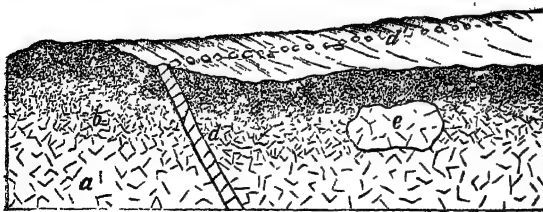
انتظاماً من حيث نحاتها

(الشيسيت) (الحجر المشقق بهذا الاسم ذكره ابن البيطار) وهو كالجنيس ذو صفائح دقيقة ولكنها انحن من صفائح الاردواز واقل انتظاماً من حيث نحاتها . وهو مركب عادة من سلكات المعادن ويحتوي على قليل من الفلسبار وقد لا يحتوي على شيء منه

(الاردواز) صخر مشقق متحول في الغالب بفعل الحرارة من طفال منضد وطبقاته رقيقة جداً وشديدة الانتظام في نحاتها

العروق المعدنية

تتكون (العروق المعدنية) بامتلاء الشقوق في قشرة الارض برواسب ترسب فيها من ماء أذيبت فيه بعض المواد المعدنية . ولذلك فهي تختلف عن الطبقات الرسوبية التي ترسب في البحار والبحيرات كالفحم والجبس وعن السدود وهي شقوق القشرة الارضية وقد امتلأت مواد بركانية مصهورة



كيف تحدث الشقوق التي تملأ بالمادة المعدنية

عرق معدني

(١) تنقلص

القشرة الارضية حين تجف . مثال ذلك تشقق الطوب حين جفافه

- (٢) تتقلص القشرة الارضية حين تبرد
- (٣) تجعد قشرة الارض لاسباب ناجمة عن حرارتها الداخلية
- (٤) بفعل انفجار الغاز المتجمع في فراغ في القشرة الارضية
- (٥) بما تذيبه المياه الجارية تحت سطح الارض من مواد القشرة التي يسهل ذوبانها
- (٦) بما يحله بعض الغازات التي في الماء من المواد الصخرية كالأحجار الجيرية

ولما كانت العروق المعدنية تملأ شقوقاً حدثت في قشرة الارض للاسباب المتقدم ذكرها فلذلك نجد أنها تمتد مثل الشقوق الى مسافات بعيدة تبلغ بضعة اميال أحياناً وقد تكون نخاتها بضعة عشر قدماً أو أكثر وقد يبلغ عمقها آلافاً من الاقدام

ويجب ألا تحسب العروق المعدنية شقوقاً مملأة بالمعادن صرفة فالمواد التي تملأ الشقوق هي نوعان عادة (١) مادة العرق أو صخر العرق وهو المادة التي نجد المعدن أو تبره منتشر فيها ومنها يتألف الجانب الأكبر من "العرق" (٢) المعدن أو تبره وهو أي مركب منه. وقد يكون منتشراً ذرات صغيرة أو كتلاً أو طبقة كأنها لوح من الألواح. وأشهر مواد العروق وهي التي توجد فيها المعادن السليكا (وهو أكسيد السليكون) أي سليكا الزمالية والكوارتز و كربونات الجير والحديد وفلوريد الجير

واسمه الصناغي فلورسبار) واشهرها المادتان الاوليان وقد توجد بعض
المعادن الثمينة صرفة كالذهب والبلاطين وأحياناً الفضة والنحاس والزئبق
ولا يعرف قدم العرق المعدني إلا من معرفة قدم الطبقة الصخرية
التي وجد فيها

ويصيب مادة العرق التي يوجد فيها المعدن تغيير متى انكشفت
وظهرت على سطح الارض فيصير من الصعب تمييزها حتى على الخبير أحياناً



العوامل الخارجية

الاختلاف في الحرارة والبرد

غاية علم طبقات الارض (الجولوجيا) كما مر بنا هي كتابة تاريخ لبناء الارض وللأحوال القديمة التي تم فيها هذا البناء. ولو كانت قشرة الارض غير معرضة للعوامل المختلفة تغير في شكلها وتبدل لكان ظاهر قشرة الارض الآن كما كان وقت الخليقة أو حين التكوين. ولكن توزيع البر والبحر الى قارات وبحار الآن هو هو كما كان حينئذ ولكان نهوض الجبال والآكام فوق سطح الارض وغور الوديان تحت سطحها وانتشار السهول الآن كما كان حينئذ ولكانت أحوال الحياة التي تعيش فيها النباتات والحيوانات الآن كما كانت حينئذ وكان علم الجولوجيا ينحصر في وصف هذه المظاهر الثابتة بدلا منه من وصف التغير المستمر الذي حدث من أقدم الأزمنة الى الآن

على أن الحقيقة ليست كذلك بل الأدلة كلها تشير الى ان تغييراً ربيع فمداً في صور المتطاولة فمنذ شرعت الارض تدور حول الشمس وتلك محورها رأسية من تغييرات متصلة الحلقات ولم تنته بعد. وهذا النظام شمسي جاري المجرى المسروف العلماء القدامى الآن

فلا بد لتلك السلسلة من السير الى منتهى غير معروف الغاية

فمن دوران الارض على محورها الى دورانها حول الشمس وميل محورها على دائرة البروج تنشأ التغيرات في الحرارة والنور التي تلازم اختلاف الليل والنهار والفصول المختلفة — الربيع والصيف والخريف والشتاء ومن اختلاف الحرارة والبرد تنشأ الانحرة فوق البحار والانهار والبحيرات والامطار والانهار ولرياح ويتكون الجليد وانهاره وجباله ومن الرياح تنشأ الامواج الكبيرة والمجاري المائية القوية ومن جذب القمر والشمس ينشأ المد والجزر . وعلى ذلك نرى ان علاقاته الارض بالشمس والقمر وسائر السيارات يبني عليها او تنشأ منها كل هذه القوى والافعال الطبيعية التي تؤثر في قشرتها هنا تقطع الصخور بفعل عوامل مختلفة فتجرفها الامواه وتنقلها الى حيث تبنيها من جديد طبقات رسوبية صخرية على ممر الازمان

٢٠٠

رياح وجليد وامطار ، ينابيع ومحار وانهار ، موجز ، امواج وتيارات ، هزات الزلازل وثوران البراكين تعاقب النمو والفساد في عالم النبات والحيوان وفعل العوامل الكيميائية العامة . كل هذه الافعال من شأنها ان تحلل المواد التي تتركب منها قشرة الارض ثم تعادتر كبناءها من جديد .

تحديد العوامل التي تفعل في قشرة الارض

اولا — الجوية - وهي العوامل التي تفعل في قشرة الارض عن طريق الهواء

ثانيا - المائية - وهي العوامل التي تفعل في قشرة الارض عن طريق المياه

ثالثا - البيولوجية او العضوية - وهي العوامل التي تقوم على نمو النباتات والحيوانات وللانسان يدفيها كذلك

رابعا - البركانية - وهي التي تظهر فيما يتعلق بداخل الارض وحرارتها وحركة موادها

وهذه العوامل متصلة كل الاتصال ببناء الكرة الارضية ونشوتها الطبيعي لذلك فهي عامة مستمرة - فتفعل في جهة من الجهات فعلا لطيفا غير محسوس وفي أخرى فعلا غنيفا يسترعى الانظار بعنفه وقوته وشموله كما في الزلازل والبراكين وطفان الامواج

العوامل الجوية

العوامل الهوائية ليست أقوى العوامل الطبيعية التي تفعل في قشرة الارض وان كانت أهمها وأوسعها انتشارا . فالهواء يحيط بالكرة الارضية وله فعل ميكانيكي عن طريق الرياح التي تثور فيه وفن

كيميائي عن طريق الغازات التي يتألف منها وفعل حيوي (جيولوجي)
ناجم عن أنه لازم لحياة النباتات والحيوانات

فالرياح تهب وفي هبوبها تسفي التراب والرمال والدقائق المنفصلة
عن الصخور فتقلها من بقعة الى بقعة حيث تجتمع وتصبح كثباناً. وهذه
الطريقة تتكون أرض جديدة على شواطئ بعض البلدان بعضها
مترامي الاطراف. وسبب تكونها رياح تهب من داخل البلاد فوق صحارى
تسفي رمالها وتحطها عند الشاطئ. كذلك تسفي الرياح رمال الصحارى
في أفريقيا وآسيا سنة بعد سنة من مكان الى آخر فيتكون من هذه
الرمال بعد استقرارها على أثر سكون الرياح أكلام من الرمل تعرف
بالكثبان (جمع كثيب . وهو التل من الرمل) وكم من بقعة عامرة في صدر
الصحراء ردمتها رمال سفتها الرياح الهابة

أما الغازات التي يتركب منها الهواء فهي الاكسيجين والنروجين
وغاز الحمض الكربونيك وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وبعض
العناصر النادرة التي لا محل لذكرها هنا . وهذه العناصر لها فعلية تت
الصخور بعضها يعود الى طبيعتها وبضه الى بخار الماء الموجود بصورة
دائمة في الهواء فانه يبل الصخور فيضمف قساوتها ومقاومتها ويصبرها قابلية
للتفتت فتأتي عليها تيارات الهواء والماء وتحملها معها . فأكسيد الكربون
الثنائي وبخار الماء في الهواء يفعالن هذا الفعل في الصخور الجبرية

والاكسيجين يفعل مثل هذا الفعل في الصخور التي تحتوي على عنصر الحديد

والصقيع يحسب ايضا من العوامل الهوائية — فقطرات المطر والماء تدخل في فصل الشتاء شقوق الصخور فتتمدد اذا هبطت درجة الحرارة الى الصفر او دونه ومتى تجمد الماء تمدد فيفتت سطح الصخر الذي ثوى في شقوقه فتسنى الرياح هذه الدقائق المنفتحة وتحملها الامطار وهذا يتكرر سنة بعد سنة والصخر يتآكل ويفقد من مادته. وفي البلدان التي يكثر فيها الصقيع يشهد له فعل في التراب الزراعي ذلك انه نعمه حتى كأنه سحق حتى صار ناعماً دقيقاً

واللهواء اثر كبير في حياة النباتات والحيوانات . لانه واسطة لانتشار الحرارة والرطوبة وهي من مقومات حياة النباتات والحيوانات . فكم من بقعة تكثر فيها النباتات والحيوانات لانه الهواء يرفع نموها وما يلازم الهواء من حرارة مناسبة وضوء كثير ورطوبة كافية . وكم من بقعة جرداء قاحلة لان الهواء جاف جداً حال من كثرة شدة الحرارة حتى يميت الاحياء الاقلها فلا نستطيع ان

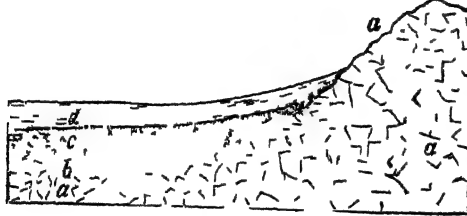
نرى في هذه البقعة المتحددة والصخاري المحرقة

في هذه البقعة المتحددة والصخاري المحرقة

في هذه البقعة المتحددة والصخاري المحرقة

رأيت بوجه عام أثر الهواء في التغيرات التي تنتاب ظاهر القشرة الأرضية

(التربة) - واكبر برهان على شمول فعل الهواء الذي تقدم بيانه هو وجود التربة في كل مكان حتى لا تخلو منها قمة الجبل الاجرد فاننا اذا احفرنا في التراب على اعماق مختلف باختلاف المكان وجدنا صخراً اصم تحته . فكيف



كون هذا التراب اذا لم يقل انه وجد مع الارض ليغطي الصحور العارية

كل التراب الذي نرى رسم يمثل طبقات التربة

كون بفعل طبيعي جيولوجي بسيط يعرف بتفتيت الصخور . وقد يبقى التراب على الصخور اذا لم تجرفه السيول أو تسفيه الرياح من اعالي الجبال والآكام انى المنخفضات والاوادة والسهول حيث يتراكم . ولكن انى وحد التراب فلا شك في انه كون من تفتت الصخور . فبمر الهواء كما مر والماء كما سيجي

والبراهين على ان التربة كبرت كزلات متعددة اهم : —

١ — مجرد وجود التربة على الصخور في الاماكن الدنية . رئيسي طبقات فاتراب الدقة الناعمة على هذه الطبقات تلوه طقة من الحصى

الصغير فالحصى الكبير وهي ما تعرف بتحت التربة (Sub-soil) ثم
الصخر فى حالة التفتت ثم الصخر الاصل

٢ - وجود عرق من الكوارتز وهو مادة صخرية لا يفعل فيها
الهواء . فكان وجود عرق كهذا اصله رأس فى الصخر ثم تراه مستمرا
الى فوق يحترق تحت التربة فالتربة دليل على ان الذرات والحصى التى
تتألف منها التربة اصلها من الصخر الذى يحترقه هذا العرق وان مادة
العرق اصلب من باقى الصخر فلم تتفتت

— قد نجد التراب او فوقه جامودا من الحجر الصلب . فهذا الجامود

لم يوجد هناك اتفاقا ولكنها قطعة



صلدة من الصخر لم تتفتت لصلابتها

بمبل السرعة التى تفتت بها الصخر

الذى حولها فبقيت كذلك فى قطعة صلبة من الصخر لم تتفتت بمثل
السرعة التى تفتت بها ماحولها

التراب

(عمق التربة) — من الامور المشاهدة ان التراب فى الغالب تجرفه

السيول والامطار من مكان عال الى مكان منخفض فيرسب فيه . فاما من

د . . . من لازل تكوين التراب وجرفه أو نقله . وعمق التربة فى اى

مكان يتوقف على . . . من هذين العاملين الطبيعيين الى الآخر .

.. من حيث سرعة . . . به المتفتت وكانت السيول التى تجريه

وتجرف ما تنفتت منه قليلة بقي التراب حيث يتكون وتراكم . وإذا كان الصخر صلباً والسيول متدفقة تحمل كل دقيقة من دقائق التراب الجديد بقي الصخر عارياً . فترى في الغالب ان قمم الجبال والاكمام ومساندھا عارية لان شدة الانحدار تساعد على انهيار التراب وجرفه وترى المنخفضات في سفوح هذه الجبال والاكمام عميقة التربة لان كل ما ينحدر من الجبال يرسب فيها

ولو كانت الصخور قطعة واحدة صلبة لكان فعل التفتت ينحصر في سطحها . ولكن للصخور فواصل وشقوق اى انها تنكون من قطع كبيرة أو صغيرة كما يتألف الجدار من قطع الحجارة فاذا تحلف الماء بين هذه القطع فعل فعله فيها . لذلك نرى ان العوامل التي تفتت الصخور لا تنحصر في سطحها بل تتغلغل في داخلها الى اعماق بعيدة

وتعليل التفتت الذي يصيب الصخور سهل التناول . فاذا اخذنا قطعة من الملاط وصبنا عليها الحمض الايدروكلوريك (روح الملح) انحل في الحال الى رمل ومحلول كاوريد الجير وذلك لان الملاط مؤلف من ذرات رمل يلحم بينها مركب كربونات الجير . فلما وقع الحمض عليها حل كربونات الجير فعاد الملاط الجامد كالرمل الناعم . والملاط هو في الحقيقة حجر صناعي . فكل الحجارة والصخور تتألف من ذرات متماسكة ، ما زادها الى تربط بينها تخلف بهذا ما ذكره من انما هو

ومنها ما يذوبه غير هذه العوامل كما سيجيء . فإذا انحلت هذه المواد تفتت الصخور . والفرق بين التفتت الطبيعي والتفتت الصناعي ان التفتت الطبيعي بطيء والآخر سريع
 خذ مثلاً قطعة من الحجر الرملي وهو مؤلف من ذرات الرمل يربط بينها ولحمها معاصيبات كربونات الجير او والسككا وهي المادة الرملية . فـكربونات الجير بفعل الهواء البضيء تنحل^١ ويعود الحجر الرملي رملًا عاديًا

العوامل المائية

بين العوامل المائية والعوامل الهوائية ارتباط وثيق حتى لقد تناولها بعض العلماء تحت مبحث واحد دعوه العوامل الممهدة أي التي من شأنها ان تمهيد المرتفعات « Levelling » فلما سواء أكان بخاراً مائياً في الهواء او مطراً يسقط على الصخور هو الفاعل الاقوى في تفتت الصخور وتكوين التربة . ولكن متى هطل المطر جرى من غير انتظام فيكون سيلاً او في مجار معينة فيكون انهاراً . وفي حريه في كلتا الحالتين نراه يناس^٢ الاول في جرف التربة من مكان الى آخر على ما مر بنا في الفصل السابق . ونرى ان تدها فاعل الماء في تكوين التربة حين البحث في الهواء كـامل جـرله جيـر لـه في جـرف التـربة وقلها من مكان الى آخر فسوف نراه في هذا الفصل . ففعل البخار المائي كما تقدم عام شامل

غير ظاهر واما فعل الانهار والسيول في جرف التربة فيتخذ شكلاً ظاهراً تسهل مشاهدته ومراقبته . على انه لا بد ان يكون اثر الواحد موازياً لاثرا الآخر لان الاول يهد السبيل للثاني . فالعوامل المائية لا تستطيع ان تفعل الا قليلا في تفتيت الصخور وجرف ما تفتت منها ان لم تكن العوامل الهوائية بما فيها الرطوبة المائية والغازات قد مهدت السبيل الى ذلك والماء فعلا فعمل ميكانيكي وفعل كيميائي

١ — فالعمل الميكانيكي يقسم الى ثلاثة اقسام — الانهار والاقيانوسات والجليد ، وعمل كل من هذه العوامل يقسم الى ثلاث مراتب تفتيت وجرف ما تفتت ثم ترسيبه في مكان آخر

٢ — اما الفعل الكيميائي فنقسمه الى قسمين — الينايع والبحيرات . والبيان التالي يوضح فعل العوامل المائية مبوبة يسهل الرجوع اليه

تفتيت	جرف	ترسيب	العوامل المائية
»	»	»	
»	»	»	
البحيرات	وما فيها من الرواسب المدونة	الكيميائي	الينابيع فعل الانهار

(الحفر والتفتيت) — يسقط ماء المطر على سطح الارض فيغور بمضه فيها وبعد ما يسير مسيراً تختلف مسافته باختلاف

الاتجاه فيعمل فعله المذكور آتفا في تقطيت الصخور او اعدادها لذلك يعود الى الظهور في شكل ينابيع. والبعض الآخر يجري على سطح الارض فيحتفرله مجارى في التراب وفي جريه يجرف بعض التراب الذي يجري عليه ولا تلبث المياه ان تتجمع في جداول صغيرة والجداول الصغيرة تجتمع وتكون جداول اكبر منها وهذه ينضم اليها بعض الينابيع وماء الشلالات الصغيرة المنحدرة من اعالي الجبال فتصير مجرى كبيراً يدعى نهراً يجرف مائه كل دقائق التراب والحصى التي تحملها المجارى المختلفة من اعالي الجبال ويسير في السهول عند سفوحها حاملاً هذا الوسق الذي يأخذ بالرسوب ويودا رويدا اذ تبطل سرعة النهر حين جريه في السهول الى ان يصب في النهر في البحر فيبقى بعض الطمي الدقيق معلقاً في الماء ثم لا يلبث ان يرسب . والجانب الآخر من ماء المطر يتبخر ويعود رطوبة مائية في الهواء الى ان تتوافر العوامل التي تحول البخار مطراً . فعمل الأنهر هذا في كل البلدان ما عدا الصحاري التي لا يقع فيها مطر ، يتخذ الارض تخديداً ويفتت صخورها تميتاً ثم يريها تربية . لان مياهه تجرف امامها ما تمر عليه من التراب حتى يبعثي به لا كما وسفوحها هي تجمع هذه المياه في حداث من هذا سنة بعد سنة . وكلما عمق في مهبه وايضا هكذا

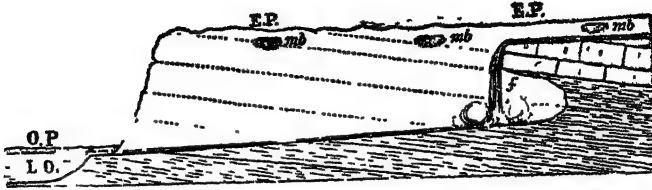
الآودية على اختلافها

وقد لاحظ بعض العلماء سرعة تحديد الأرض في مختلف البلدان التي فيها أنهر كبيرة فوجدوا أن الأنهار تحفر في الأرض ما متوسط عمقه قدماً واحدة كل ٣٠٠٠ آلاف سنة إلى خمسة آلاف سنة . فنهر المسوري وهو الجانب الأعلى من نهر المسيسي مسوري بالولايات المتحدة الأمريكية يخفض مستوى حوضه قدماً واحدة كل خمسة آلاف سنة . ونهر الكنج بالهند قدماً واحدة كل ألفي سنة . وبعض الأنهار تفعل فعلاً أسرع من هذا ولكن فعل أكثرها ابطاً

- (مساقط نياجرا) - من أشهر الأمثلة في التاريخ الطبيعي على عمل المياه في تحديد الأرض وحفرها وتغيير شكلها مساقط نياجرا الشهيرة في الولايات المتحدة وكندا

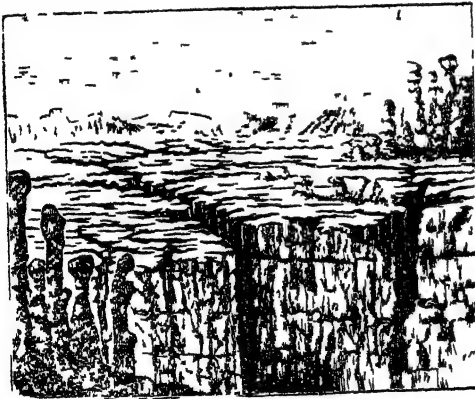
ذلك أن بحيرة إيري كائنة في نجد أعلى من النجد الكائنة فيه بحيرة أناربو بوضع مائه قدم لذلك يجري الماء منها إلى بحيرة ريو ومن هذه يخرج إلى المحيط الأطلسي في نهري سانت لورنس . ويفصل بين النجدين سفير قائم من الشرق إلى الغرب قرب بحيرة ألتاريو فماء بحيرة إيري يجري ١٥ ميلاً إلى ١٨ ميلاً إلى بحيرة ألتاريو وعند انصبابها ينحدر من فوق السفير الذي هناك فتكون هذه المساقط المائية

كشفت هذه المساقط منذ مائتي سنة. ومنذ اكتشافها حفرت المنحدر الذي تنصب من فوقه نحو ٦٠٠ الى الورا، بمسقط ٧ اقدام



صورة تمثل كيف حفرت مساقط نياجرا

كل سنة والسبب في ذلك ان الطبقات الصخرية التي ينحدر من فوقها الشلال مكونة من صخور كاسية صلبة تحتها طبقات صخرية ليننة التكوين.



انخوائق

فقد الماء المنحدر تنحدر
الصخر الضعيف فيتزلزل
الصخر القوي فوقه
خيتد اى ثم ينهار ،
يظن ان مضيق
نياجرا الذي تجري فيه مياه
النهر تنحدر - ثبت هو
الى النهر كذا

- (انخوائق) - اذا كان "نهر" يجري في نجد مرتفع فلا بد له من از.

يحفر قاعه حتى يصل الى البحر وهكذا يعمق سنة بعد سنة حتى يبلغ عمقه مبلغا كبيرا فيرتفع جانبا المضيق ارتفاعا قائما على ضفتيه . فمضيق كهذا يعرف بالخائق واشهر امثاله خائق كلورادو بالولايات المتحدة الذي طوله نحو ٣٠٠ ميل ويختلف عمقه من ٣٠٠٠ الى ٦٠٠٠ قدم . وللهنهر روافد كثيرة تسير في خنادق صغيرة عمقها تقريبا كعمق الخائق الكبير

الجرف

اذا فهمنا فعل الجداول والانهار في تفتيت الصخور وتخديد سطح الارض كما مر بنا انتقل بنا الكلام الى فعلها في جرف التراب والحصى من مكان الى مكان وفي ذلك لدينا اعظم واشهر مثال في التاريخ - النيل السعيد الذي يحمل الابايز (الطمي) من نجود الحبشة وينشره على شواطئه مسافة آلاف من الاميال حتى قال المؤرخ هيرودتس « ان مصر هبة النيل »

وتشتد قوة الجرف في الانهار في مجاريها العليا حيث تكون المياه منحدره انحدارا قويا من اعلى الجبال وفي مجاريها الوسطى حيث يكون قد اكتمل تكون النهر وتجمع فيه اكبر مقدار من المياه بانضمام المجاري والجداول المختلفة بعضها الى بعض . وفي كلتا الحالتين يستطيع النهر حينئذ ان يحمل مقدارا كبيرا من التربة والحصى الى مدى بعيد مازال تياره شديد السرعة قوى الاندفاع وما عظيم المقدار

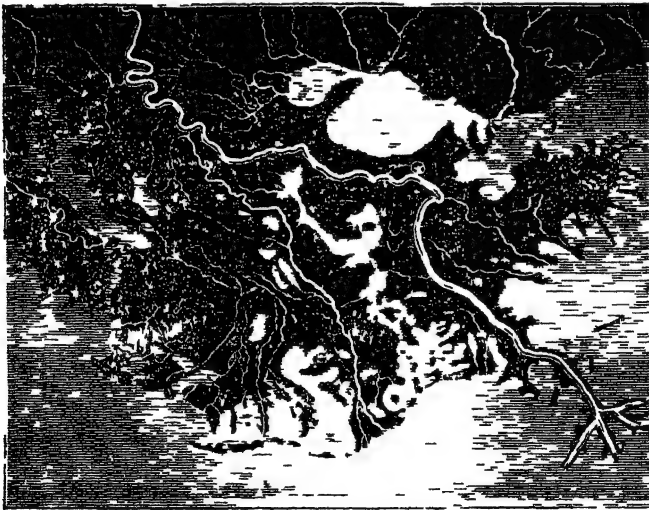
الترسيب

اما اذا ما اتفق للنهر ما خفض سرعة تياره كوصوله الى سهل فسيح وجريه فيه جرياً وثيداً فان الحصى الذى يحمله يأخذ فى الرسوب رويدا رويدا الاكبر منه اولا لثقله ويليه الاصغر فالاصغر . كذلك اذا قل ماء النهر بانقضاء زمن الفيضان مثلاً كما فى نهر النيل عجز مجراه عن حمل المقدار الكبير من التراب والحصى الذى كان يحمله فى زمن الفيضان فيرسب على المنوال المتقدم ومتى صبّ النهر فى بحر او بحيرة أو مصب واسع اخذ الطمي الدقيق الذى حمله الماء مسافة طويلة فى الرسوب فتتكون من رسوبه طبقة جديدة تتحول على مرّ الازمان طبقة صخرية رسوبية او منضدة اى ذات طبقات

وقد بنى على هذه الحقيقة قانون شامل جعل اساساً فى البحث سررجى وهو ان كل ما كان محمولا فى الماء سواء كان الماء قائماً كما فى البحيرات والبحار أو جارياً كما فى الانهار ورسب يتكون من رده طبقات ويعرف (بالتكوين المنضد)

ر - التراكمة فى بطون الاودية - كل من يريد ان يأتى الى الجبال ولا يسم ان ينتج - - - الطر أو الميج الدائب حداول صغيرة هنا وهناك . . . من من نحو . . . سرفى انحداره من الاماكن العالية

يجرف تراباً وحصى فاذا وصل الى سفح الجبل وصار في السهل أو الوادي خفت سرعته وضعفت قدرته على حمل الحصى فيغوص الى قاعه ويبقى الماء حاملاً التراب الدقيق الذي يبدأ بالرسوب ويبدأً وهكذا يرتفع قاع النهر مما يرسب فيه من هذا التراب سنة بعد سنة . ولكن النهر في كل سنة تقريباً يفيض على جوانبه فيرسب من مياهه الطمي على الاراضي التي يفيض عليها فترتفع جوانبه ايضاً وهكذا تبقى النسبة بين جوانبه وقاعه محفوظة تقريباً . والاراضي التي يفيض عليها وينعمرها تدعي عند علماء الجولوجيا والجغرافيا الطبيعية (سهل الفيضان) ولبعض الأنهر الكبيرة



نلتا نهر اميسيبى

سهول شاسعة فصر بكاملها سهل فيضان النيل ونهر المسيسيبي بأميركا سهل
فيضان يمتد من مصب نهر اوهايو فيه الى خليج المكسيك ومساحته نحو ٣٠
الف ميل مربع

-(الدلتا) - وقد يقسم سهل الفيضان الى قسمين بطائف النهر او الارض
التي كانت ارضا يابسة فمر فيها النهر وكساها بطميّه، والدلتا وهي ما كانت
بحراً فما زال يرسب فيه الطمي حتى ارتفعت ارضا يابسة فوق سطح
البحر. فالدلتا هي ذلك القسم من سهل الفيضان الذي استردّه النهر من البحر

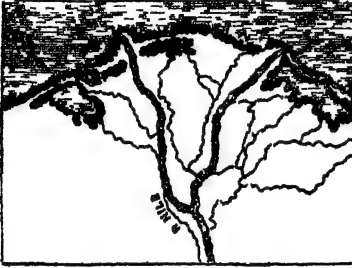
فصر العليا - اراضيها الزراعية - هي بطائف النيل لانها كانت ارضا
يابسة ولم يفعل النيل الا أن غطاها على جانبيه بطميّه وجعلها خصبة تدر
الخيرات على أبنائها وامامصر السفلى من القاهرة الى البحر فدلّتا النيل

اذن نستطيع أن نحدد الدلتا بأنها تلك البقعة من الارض المثلثة
شكلى في الناب التي كونت عند مصاب الانهار من رسوب الطمي
على تماقب الازمان يخترقها النهر في فروع متشعبة ويصب الى البحر في
مناطق مختلفة فحيث يبدأ النهر يتفرع فهناك رأس الدلتا كما في القاهرة
وغيره

ومساحة بعض الدلتا عظيمة جدا فمساحة دلتا النيل ١٠ آلاف
مربع و٠ مساحة دلتا المسيسيبي ١٠٠٠٠ ميل مربع ومساحة دلتا الكنج

وبراهما بوترا في الهند ٢٠ ألف ميل مربع. واما شكل دلتا الميسيسيبي فقير منتظم كما ترى في الصورة صفحة ٥٧

وجميع الانهر تكون دالات اذا صبت في بحر ليس فيه اثر كبير للمد والجزر أوفى بحيرات هادئة. واما الانهر التي تصب في شواطئ معرضة لفعل المد والجزر فعلا عظيما فلا تستطيع ان تكون ارضا جديدة



دلتا النيل

لان حركة البحر تمنع رسوب الابلز وعلى ذلك فان للمد والجزر فعلا في حفر الشاطئ وتخليده. فعند مصاب الانهار نجد فعلين متضادين فعل النهر الحامل الطمي وغايته تكوين

الارض . وفعل الامواج والمد والجزر في حفر الشواطئ وتخليدها. فاذا فاز الاول على الثاني تكونت الدلتا على مر الازمان واذا فاز الثاني تكون مصب كبير (estuary) للنهر يخرق اليابسة الى مدى بعيد كمصب نهر سانت لورنس ومصب الامازون

وكل الدالات في نمو مستمر . كدلتا نهر البو في شمال ايطاليا تمت نحو ٢٠ ميلا من زمن الرومان الى الآن . لان بلدة فرارا التي كانت مرفأ تبعد الآن هلى الشاطئ عشرين ميلا . ودلتا نهر الرون بفرنسا تمت

١٣ ميلا في نحو الفين سنة . ودلتا المسيسي تنمو نحو ٣٠٠ قدم في السنة
او ميلا كل ١٦ سنة أو ٦ نحو أميال في القرن

البحيرات

سطح اليابسة من الكرة الارضية غير مستوي فيه المرتفعات
والمنخفضات والجبال والودية والسهول . فاذا امتلا منخفض من
منخفضات سطح الكرة ماء تكون من امتلائه بحيرة فالبحيرة جسم من
الماء تحيط به اليابسة من كل ناحية وهو يقابل بحيرة في البحر فالجزيرة
جسم من اليابسة تحيط به مياه البحر من كل جانب

والبحيرات نوعان

١ - البحيرات العذبة وهي ما كان لها منفذ كبحيرة جنيف في
سويسرا ولها وظائف جيولوجية مختلفة اهمها ما يأتي
ا - تعدل حرارة البلدان التي تحيط بها فلا ترتفع في الصيف كثيرا
وإنه تنخفض في الشتاء كثيرا

ب - تعدل تصريف ماء النهر الذي يدخلها فتقي البلدان التي تحيط
بها من أثار فيضانه المدمرة لانه متى فاض النهر الذي يدخل البحيرة
خرج منها ولكن
لا يرداد فجأة ودرسته كبيره جدا فلا تناف سيول النهر البلدان التي
في منتهى بعد البحيرة

ج - تنقي ماء النهر الذي يدخلها من الطمي الذي تجرفه مياهها معها ولذلك قلما يكون النهر بعد خروجه من البحيرة عكراً يحمل طميّاً كثيراً وقلما يكون له دلتاً إلا إذا مر مسافة طويلة بعد ذلك في أرض، وجرف منها تراباً. وذلك لأن النهر إذا دخل البحيرة خفت سرعة وانتشرت مياهه في جنباتها فتعجز من حمل الطمي التي استطاعت حمله في أثناء جريانها السريع فيرسب في قعر البحيرة

ذ - تكون خزانات لرسوب المواد المعدنية التي تحملها بعض الأنهار كالرواسب الحديدية في بعض البحيرات الشمالية في أوربا
٢ - البحيرات المالحة وهي نوعان

١ - المالحة وأكثر المواد في مياهها هي كلوريدات وسلفات الصوديوم والمغنيزيوم

ب - المرة - وفيها مقدار كبير من كربونات الصوديوم عدا الكلوريدات والسلفات المذكورة

ومن الوجهة الجيولوجية للبحيرات المالحة أصلاً - الأولى - تآكل أصلاً بحيرات عذبة فسد منقذها فتبحر ماؤها تاركاً مقداراً كبيراً من الأملاح
٢ - سبب الملحية كالبخر المالح في فلسطين

والثاني - إذا كان أملاً متعملاً بالبحر وهي قليلة جداً واستعملت في البحر
٣ - قزوين كما يستعمل في الحيوانات البحرية التي تعيش فيه وتالمت بالحيوانات

التي تعيش في البحر الاسود وغير ذلك من الادلة

٣ - كيف تنشأ البحيرات

كل منخفض يمتلأ ماء يصبح بحيرة

(ا) قد يحدث هذا المنخفض من فعل زلزال

(ب) قد تحفره انهار الجليد (الثلجات) في سيرها

(ج) قد تنشأ سدود في واديين جبل وجبل فيمتلأ المنخفض

وراء السد ماء ويصبح بحيرة

(د) فوهات البراكين

(هـ) قد تنفصل اجزاء من الانهار الكثيرة التعاريج بفعل

الترسيب عن مجري النهر الكبير فتصبح بحيرة

(و) انفصال جسم من الماء على شواطئ البحار بواسطة سدود من

الرمل وقد تزيل الانهار البحيرات باحدي طريقتين أو بالطريقتين معا

اولاً بترسيب المواد الرسوبية في قعر البحيرات ورفع مستواها فتجف

ويبقى فيها مجري النهر فقط . ثانياً تحفر المنفذ حتى يستطيع النهر ان

يخرج منها مندفعاً كما يدحل وفي كلتا الحالتين تصبح البحيرة جزءاً من

مجري النهر

من البحر والامواج

— امدوح حيدر — ارسلت بقطعتين على الشواطئ البحرية

ولاسيما شواطئ البحار الكبيرة يرون ماء البحر يرتفع مرتين وينخفض مرتين كل يوم وهذا الارتفاع وهذا الانخفاض يحدثان متدرجين فهما مستقلان عن امواج البحار. فاذا كان طفيفين يبلغان اقدا ما قليلة كما في سواحل بحر الروم (البحر الابيض) فقد يقل التفات الناس اليهما ولكنهما اذا كانا عظيمين يبلغان اقدا ما كثيرة كما في شواطئ انكلترا فلا بد من الانتباه لها ولا سيما في المرافئ التي تكثر فيها السفن والزوارق. ويطلق على ارتفاع الماء اسم المد وعلى انحساره اسم الجزر

ويختلف علو المد عند اعلاه حتى لقد يبلغ ٦٠ قدما أو سبعين باختلاف المكان الذي يحدث فيه ويغلب ان يبلغ اعلاه في مصاب الانهر والمضائق فان قوة ارتفاع الماء حينئذ تنحصر بين جدارين قترفع مستوى الماء

والمد والجزر مسببان عن جذب القمر والشمس للارض في بيان يطول شرحه لانه من متعلقات علم الفلك في الغالب .

(- مجاري البحار) - ذات المباحث الحديثة في حرارة مياه الاوقيانوس أن تحت الطبقة العليا من مياه الاوقيانوسات التي تتأثر بحرارة المنطقة التي تكون فيها، توجد طبقات من المياه الباردة حرارتها في اكثر الاحيان حوالى الصفر وقد تكون فوقه قليلا أو تحته ففي القسم الشمالى من الاوقيانوس الاطلسي تبلغ حرارة الماء أربع درجات فوق الصفر .

يميزان سنتفراد على عمق ٨٠٠ قامة والماء تحت ذلك العمق نرداد برودة بازدياد العمق. وأما في المنطقة الاستوائية في المحيط نفسه فتقع على هذه الدرجة من البرد على عمق ٣٠٠ قامة فقط. وأمثلة ذلك كثيرة. فتوزيع مياه البحار على هذا النمط دليل على أن مياه الاصقاع المتجمدة القطبية تنتقل الى الاصقاع الاستوائية في الاعماق وهذا يقتضي انتقال المياه السطحية من المناطق الاستوائية الى المناطق القطبية فلدينا اذاً حركتان الاولى عامة وهي هذه التي بينها هذه. والثانية خاصة وهي التي تتألف منها المجاري البحرية المشهورة كمجرى الخليج أو تيار الخليج

فقد أثبت العلماء أن جسماً كبيراً من الماء يدعي المجرى الاستوائي يجري في جهة غربية حول الكرة الارضية ولما كانت القارات تعترض سبيله فانه لا يسير سبراً مستقيماً بل ينحرف هنا وهناك فهذا المجرى مثلاً يجري من غرب إفريقيا الى شرق أمريكا الجنوبية فيصطدم بكتلتها الشمالية ويفصل الى مجريين الاول ينحرف جنوباً فيلمس البرازيل والآخر يصعد شمالاً فيدور في خليج المكسيك ويخرج منه مجرى جديد يعرف بمجرى الخليج أو بتيار الخليج وهو دافئ يعبر المحيط الاطلسي الى جهة الشرق فيصيب سواحل أوروبا واسكتلندا الشمالية و١٠٠ و١٢٠ درجة الى الشرق فيصيب سواحل أمريكا الشمالية والجنوبية من المياه القطبية سارداً فيرسله تيار جاري آخر وسراطىء الى اليابات الى جهة

الشمالية الشرقية فيجعل فصل الشتاء في نيويورك فصلا قارس البرد
والعلماء في اسباب هذه المجاري ونشوتها رأيان الاول يقول أن
سببها اختلاف الرياح والثاني أن سببها اختلاف درجات الحرارة في
طبقات الماء وكلاهما صحيح الى حد ما واحدهما مكمل للآخر. ويكفي
الطالب في هذا الصدد أن يعرف من الوجهة الجولوجية (أولا) ان هنالك
دورة في مياه الاوقيانوسات (ثانيا) وان هنالك مجارى حارة أو دافئة
تدور في المناطق الاستوائية تنحرف بحسب القارات التي تصطدم بها
(٣) ان هنالك مجاري قطبية تجري من القطبين الى المنطقة الاستوائية
(٤) ان هنالك الماء القطبي البارد الذي ينسل تسلا الى المناطق
الاستوائية على اعماق بعيدة

— (الامواج) — اذا هب نسيم لطيف على سطح الامواج
نسج عليه درعاً من زرد على قول الشاعر العربي ثم اذا تحول النسيم الى
ريح شديدة ثارت الامواج ومتى تحولت الريح الشديدة عاصفة نائرة
صارت الامواج جبلاً من الماء زفزع وتنخفض. ووتى اصبح الامواج
على هذا النمط لا تنحصر حركة الامواج في سمنقة الصنفة بل تنائرة الى
تتمداها الى مسافات بعيدة

ريثوقف ارتفاع الموجة وقوتها على سعة البحر الذي مهب فريث
العاصفة وعلى سبيل شاسع واتجاهه. فكلما عمق البحر راست رقة

الموجة لمبوب الرياح زاد ارتفاع الامواج وقوتها و اذا كانت الامواج
متجهة اتجاهها عموديا على الساطئ كانت الامواج التي تنكسر عليه اقوى



فعلا وعلى الصد من
ذلك اذا كان الاتجاه
منحرفا فان قوة الموجه
لا تكون كاملة حين
تنكسر عليه

فعل امواج البحر

ويقال ان اعظم الامواج التي دون ذكرها العلامة بلغ علوها
٣٠ قدما في المحيط الاطلسي وهناك امواج اخرى قوية مخربه كالي
تحدثها الاعاصير او تنجم عن اضطراب بركاني كالموجه التي طمت على
اينبال سنة ١٩٢٣ لما حدثت زلزالها الكبيرة

فعل البحر الجولوجي

- (التدمير) - مر معا ان البحر في فعله الجولوجي يظهر في ثلاثة
بنية من هي (١) المد والجزر (٢) المجارى الاوقيانوسية (٣) الامواج على
اختلاف زرعها هو حبال الجليد. وسوف نكمل عنه حين
لكلامه على رقة

منه ظهر في الجيولوجيا كثيرا لا زكياتي، وبكاسك

(١) الفعل الكيميائي - لم يعن العلماء عناية كبيرة بدرس هذا الموضوع ولكن من الامور البينة التي لا تحتاج الى دليل ان لمياه البحر فعلا كيميائياً في الصخور التي في قاع البحر وعلى شواطئه ينسب الفعل الكيميائي الذي فعله المياه الجارية بصخور الارض واحجارها . فثمة تأكسد مثلاً وهذا التأكسد تنجم عنه مركبات كيميائية جديدة

ويمكننا معرفة هذا الفعل من ملاحظة النفث الذي يقع في الحجارة التي تبني منها رصيف الموانى وقد اثبتت تجارب حربها العالم مليب (Mallet) ان قطعاً من الحديد الزهر سماكتها بوصة يتآكل منها من ١ الى ٢ من البوصة في القرن واتت آخر يدعي ستفنص ان في بناء احد المنائر عرصوا ٣٥ مركباً من مركبات الحديد وكل منها فعل البحر فعلاً تآكليةً . واذا بحثنا في صخور الساطيء وجدنا اثرًا للفعل الكيميائي البطيء في طاهرها

(٢) الفعل الميكانيكي - على ان فعل البحر في تقطيع الصخور وتعريتها يتم معظمه بطريقة ميكانيكية وهذا العمل لا يتم بحسب مياه متحركه ، واذا تسوت بهية اواصل هذا العمل يكون على اقواء د كات حركة المياه على اقواها لذلك لا يصح القول بان تقطيعاً بعيد المدى يحدث في قاع البحر لارميا القعر ساكنه الى حد بعد وحت لا حركة الاحرقة ليه . ان طبيعة متسللة الى الانحاء الاثرية .

كانت مجارى البحر قوية حتى تحمل الرمل وبعض الحصى فعملها يظهر على عمق غير قليل . ولذلك نستطيع ان نحصر فعل البحر الميكانيكي بسطحه فى الغالب حيث تظهر الامواج والمد والجزر والمجاري المائية ويتم فعل البحر الميكانيكي بأربع طرق

(١) قوة الامواج المتكسرة على الشاطئ وتكون فى اكثر الاحيان كافية لانتزاع قطع من الصخور القائمة على الشاطئ والامثلة على ذلك كثيرة على شواطئ اسكتلندا الشمالية وجزائر شتلند واوركنى وغيرها . وقد حدث فى منارة روك Rock فى غرب انكلترا ان امواجاً قوية انتزعت



جرساً ثقله نحو ثلاثة قناطير مصرية من علو مائة قدم . وقد وجد المستر ستفنسن ان كتلاً

من الصخور على شواطئ

جزر شتلند انتزعتها الامواج من علو ٦٠ قدماً مع ان ثقلها كان ٩ اطنان ونصف طن

(٢) فى شقوق الصخور وثقوبها هواء فاذا تعاقب على هذا الهواء صنفٌ هارموني يترت منتظمة انقبض الهواء ثم تمدد وهذا ما تفعله الامواج . وقد ثبت ان تمدد هذه الشقوق والتقوب يخلخل اجزاء الصخور ويبدل تركيبها . يبنى ولو كانت اجزاء الصخور فوق ما تصلى اليه المياه

(٣) قوة الضغط المائي الذي ينجم عن اصطدام الامواج بالصخور والدخول في شقوقها والضغط الذي يكون على جدران هذه الشقوق يوازي في قوته ضغط الموجه كلها على ظاهر الصخور اذا راعينا المساحة

(٤) متى ثارت الامواج حملت معها كثيراً من الرمل والحصى والحجارة الصغيرة ثم اذا لطمت الموجه ظاهر الصخور التطم الرمل والحصى والحجارة ايضا بها ومتى تكرر الالتطام تكرر احتكاك الرمل والحصى والحجارة بالصخر فتتحرر منها قليلا قليلا وعلى مر العصور تأكل جانبا من الصخور فتكسر جوانبه الحادة وتجعله مكسر الجوانب الملس . اضف الى ذلك ان الرمل والحصى والحجارة التي تحملها الامواج يحتك بعضها ببعض ايضا فيفتت بعضها بعضا . والغالب ان اكثر فعل التفتت الذي يفعله البحر يتم على هذا المنوال



بقايا صخرية لجزائر نحرتها مياه البحر

ولا يغرب عن الذهن ان فعل الامواج والمد والجزر والمجارى المائية فى تفتيت الصخور وتعريتها وتهديمها يمهّد السبيل لفعل الامطار والنيايس والجليد والعوامل الجوية على مامر بنا وصفها

— (البناء) — كل المواد التي تفتتها الرياح والامطار والسيول والانهار والجليد وامواج البحار ومجاريها ومدّها وجزرها كل هذه المواد يسير الى البحر فترسب فيه فى اعماقه أو على شواطئه وهذه الرواسب نوعان عضوية وغير عضوية اما العضوية فتذكر حين الكلام على العوامل البيولوجية واما الرواسب غير العضوية فنوعات

(١) الرواسب الكيميائية. ان الرواسب الكيميائية التي ترسب فى قاع البحر غير معروفة على وجه من الدقة والتفصيل فعند مصب نهر الرون نجد رواسب بلورية جيرية وفى قاع الجانب الشمالى من المحيط الاطلسي رواسب جيرية واسعة اصلها اصداف حيوانات تعرف (بالفورمانيفرا) وفى المحيط الهادى رواسب رملية (سيلكية) اصلها من حيوانات تدعى (راديو لاريا)

الرواسب الميكانيكية

(٢) الرواسب الميكانيكية — واطهرها طبقات الرمل والحصى حتى تنبع من احدى حدود الجزر واطلى حدود المد . والغالب ان يكون

الحصى الكبير عند حد المد الاعلى . هذه الرواسب تظهر ثابتة ولكن اذا روقت ظهر ان مكانها يتغير حين ارتفاع المد وهبوب العواصف وتكسر الامواج الكبيرة وقد يتجمع الحصى فى عاصفة بعيدا عن الحد الاعلى العادي للمد فيتكون ما يدعى « شاطئ العاصفة »

وتجد على بعض الشواطىء وفى مداحل بعض المرافىء ومصاب بعض الانهار حواجز من الرمل وهذه الحواجز لها منشأان الاول نهرى اى ان ماء النهر يرسب بعض ما فيه من المواد والبعض الآخر ترسبه امواج البحر ومجاريه . وقد تبلغ هذه الحواجز مبلغا كبيرا حتى تعيق الملاحة (٣) ما اصله من مواد البحر نفسه

اذا صرفنا النظر عن الرواسب العضوية التي مر ذكر بعضها عند الكلام على الرواسب الكيماية وجدنا في قاع البحار على عمق ٢٠٠٠ قامة انواعا من الصلصال الاحمر والرمادى اللون وهو مزيج من الصلصال العادى مع بعض المركبات المعدنية كأكسيد الحديد وأكسيد المنغنيس وغيرها مع بقايا الحيوانات (فورمانيفورا ورايولاريا) وهى منذ الصلصال من انحلال بعض حجار الخفاف Punic والغبار البركاني الذي يقذف من بعض الجزر البركانية المغمورة بالمياه ، وعدم وجود مواد غير بركانية وغير برية الاصل في هذا الصلصال دليل على كثرة الحركات البركانية تحت سطح الماء . ورسوب هذه المواد بطيء جدا

كما يستدل من مباحث طائفة من العلماء سافروا على السفينة (تشانجر) واخذوا نماذج من قاع البحر فكانوا يجدون كثيراً من عظام الحيتان والقرشان بعضها قديم جداً وبعضها حديث . ولما كنا لا نستطيع ان نفترض ان هذه الحيتان كانت ماثلة البحر فوجود آثارها في كل حفنة — جامعة بين قديمها وحديثها — دليل على بطيء فعل الترسيب هذا

الجليد

مر بنا ذكر الجليد متفرقا هنا وهناك وفعله في تفتيت الصخور. ونعود الآن اليه في هذا البحث تفصيلاً لما اجمل قبلاً وجمعاً لما تبعثر

يجمد الماء العذب متى هبطت درجة حرارته الى درجة صفر بميزان سنتيغراد . فيتحول الماء حينئذ بلورات يلصق بعضها ببعض ومجموعها هو الجليد . والجليد له فعل جولوجي كبير قبلما يذوب ويعود ماءً يجري في الانهار الى البحيرات أو البحار أو قبل ان يتحول ماءً بخاراً في أثناء جريه . والجليد يقسم الى ستة مظاهر الصقيع والانهار والبحيرات المتجمدة والبرد والتلج والانهار الجليدية وجبال الجليد

— الصقيع — اذا جمد الماء تمدد . فاذا كان الضغط عليه شديداً يتمتع تمدد على الماء لان بقي سائلاً ولو خفضت الحرارة الى تحت الصفر على انه متى زال الضغط تبلأخور الماء جليداً . فالماء في أثناء تجمده يضغط ضغطاً شديداً حتى لقد يبلغ ضغط الماء المتجمد في أثناء تجمده ١٣٨ طن

على القدم المربعة وقد ذكرت حوادث انفجرت فيها اوعية
حديدية متينة لانها كانت مملوءة ماءً ومسدودة سداً محكماً فلما برد
الماء وتجمد فجر الاوعية

ولما كان التراب والحجارة وجذوع الاشجار وغيرها من الاجسام
الطبيعية كثيرة الثقوب وتحوى في الغالب ماء فان هذا الماء حين يتجمده
يمزق هذه الاجسام وينثرها الى ذرات فاذا جاء الصقيع على تراب رأيته
بعد الصقيع وقد صار ناعماً كالديقيق واذا دخلت المياه شقوق الصخور
وثقوبها وتجمدت هناك فتنتها أو مهدت السبيل لتفتتها

(- الأنهر والبحيرات المتجمدة) - في كندا وغيرها من البلدان
تجمد الأنهر والبحيرات كل الشتاء وتكون كثافة الجليد من قدم ونصف
قدم الى قدمين ونصف قدم ويتكون أيضاً في قعر الأنهر والبحيرات
قطع من الجليد تطفو على سطح الماء لان الجليد اخف من الماء. ولذلك
اثر من الوجهة الجولوجية. فحركة قطع الجليد الضخمة في قيعان الأنهر
والبحيرات تحرك معها مقادير كبيرة من الرمل والحصى والجلاميد
تغير مكانها. والجليد الذي يكثر تكوُّنه في مساقط المياه بكندا
تحمله الأنهار فيتجمع في بعض الامكنة اذا كان ثمة عائق امامه يمنعُه
عن التقدم ومتى بلغ الماء وراءه من القوة ما يدفع الجليد الذي امامه انفجرت
هذه الحواجز الجليدية وجرت المياه سيولا تدمر وتخرّب

— (البرد) — يقع البرد في الغالب في الصيف او في اثناء عاصفة فاذا كانت حبوبه كبيرة احدثت تدميراً أو تخريباً في القطعان والطيور والمزروعات. والبرد هو قطرات المطر وقد مرت في اثناء سقوطها في منطقة شديدة البرد فتجمدت وسقطت متجمدة

— (الثلج) — لفعل الثلج الجولوجي وجهان الاول — حافظ اذ ينطى سطح الارض فيحفظ الصخور والتراب والنباتات من فعل الصقيع والناهي مخرب فاذا سقط الثلج فوق غابة تجمعت بلوراتها الدقيقة على اغصان الاشجار واوراقه فتتصلب الاغصان وقد تتكسر الاشجار برمتها. واذا سقط الثلج غزيراً على جوانب الجبال وتجمع هناك فلا يلب ان يأتى الربيع والصيف حتى تنفصل جرف هائلة منه وتندهار فتقطع في طريقها الاشجار والنباتات وتجرف التراب. وللثلج فعل غير مباشر بانه حين يذوب يملأ الأنهار ويقوّي فعلها

— (اللاجات) — اللاجات انهار الجليد كما يسندل من اسمها وهي مؤلفة من الجليد سير سبراً بطيئاً تنشأ من حركة الثلج المتجمع على حواف الجبال متأثرة بضغط الثلج الذي فوقه وبفوة الجذب. والثلج في الجبال يذوب في الصيف ويصير ماءً يندفع الى سفوح الجبال فيجعله يتجمد هذا الماء ويصير



تلاجة

جامداً كأنه قطعة من
الجليد المبلور
وهذه الأنهار
الجليدية دائمة الحركة
وتختلف سرعتها
 باختلاف المناطق انني
تسير فيها وسرعة النهر
ذاته اعظم في وسط

النهر منها في الجانبين. والنهر الجليدي في الحقيقة مصرف للتليج والجليد
المتراكمين كما ان النهر مصرف لماء المطر الذي يسقط على الارض
ومن الطبيعي ان النهر الجليدي يجرف في مسيره كثيراً من
ركام الراب والحصى والحجارة مما يعترض سبيله كما يجرفها مياه النهر
وهذه المواد التي يجرفها تكون عادة امامه ويعرف بالركام النهائي
أو على جانبه ويعرف بالركام الجاني وامام وسطه الى اسفله ويعرف
بالركام الوسط

والدليل على ان النهر الجليدي دائم الحركة سهل التنازل . ذلك
انه اذا غرز باعماً في مكان معين على سطح النهر الجليدي وراقبنا مكانه
قياساً الى احد الصخور مائة على جانبي النهر وجدنا ان مكانه قد

العلم وقد تغير في اليوم التالي فنستطيع كذلك ان نقيس سرعة حركة
النهر الجليدي

وحركة الانهار الجليدية شبيهة بحركة الانهار المائية فهي لا تسير
كأنها قطعة واحدة من الجليد بل كأنها جسم مرين القوام وهي كالانهار
المائية اسرع سيراً في المنحدرات منها في السهول والاماكن القليلة
الانحدار ثم انها كالانهار المائية اسرع في وسط النهر منها على الجانبين
ثم ان سرعتها تزيد كلما عمق مجراها وتكيف بحسب المجرى الذي تسير
فيه الى حد ما فهي في الحقيقة انهار ولكنها من جليد

— (فعل الانهر الجليدية الجولوجي) — تبين لنا ان الانهار الجليدية
هي في الحقيقة انهار وكالانهار تحفر الارض وتخذدها وتفتت صخورها
ثم تجرف كل هذه المواد وترسبها في مكان آخر ولكن فعلها خاص بها
ويختلف عن فعل مياه الانهار

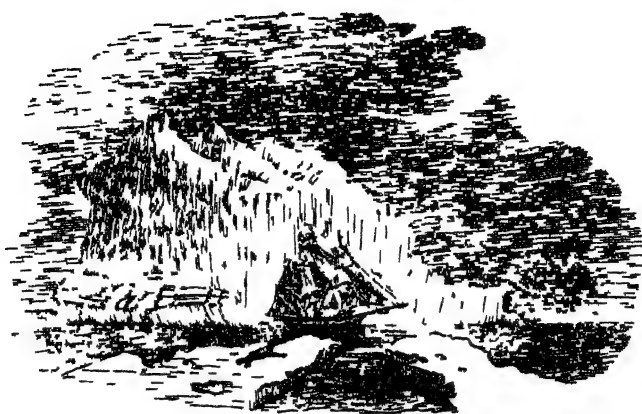
— (الحفر والتخديد والتفتت) — اذا ذكرنا حجم هذه الانهار
الحديدية وثقلنا نهر لنا ان لا بد لها من الاحتكاك بالارض التي تجري
فوق سطحها ذلك لا يحفر الارض ولا يخذدها كثيراً من دون
الحجارة التي تحرفها معها، وكثيراً ما تكون ثابتة في تيار النهر لانها تتجمد
في الجليد فتندثر. فعل النهر في الخرب او البرد في الحديد. وهذه الحجارة

اما تكون قد جرفت من المجرى او وقعت على النهر ففاصت فيه رويداً رويداً الى القعر

- (الجرف والنقل) - تنقل الأنهر الجليدية الركام من الحجارة والحصى وغيرها اما على جانبها أو امامها أو في وسطها الاسفل كما مر وفي استطاعتها ان تحمل حجارة اكبر مما تستطيعه المياه الا اذا كانت مندفعة اندفاعاً شديداً. والحجارة التي تنقلها الأنهار الجليدية على سطحها لا يمتك بعضها ببعض ولذلك ترى لها حروفا ناشزة على ضد الحجارة التي تنقلها الأنهار المائية فانها تحتك بعضها ببعض فتكسر حروفا وتبقى مستديرة ملساء

- (الترسيب) - ان المواد التي ترسبها المياه تكون منتظمة الطبقات من حيث حجمها وتناسب دقائقها فالحجارة الكبيرة ترسب اولاً ثم التي اصغر منها وهكذا حتى يرسب الطين الدقيق . اما الركام التي ترسبها الأنهار الجليدية فغير منتظمة من هذا القبيل على الاطلاق ولا تكون طبقات منتظمة

- (جبال الجليد) - الى الشمال من المحيط الاطلسي بلدان جبلية مغطاة بالثلج على مدار السنة فهذا الغطاء من الثلج والجليد يتلبذ ببعضه فوق بعض ويصير جليداً دائماً الزحف في الاودية بين الجبال حتى يصل الى البحر فتتقذ منه قطع كبيرة تطفو على وجه البحر لان الجليد اخف من



جبال الجليد

من الماء ثقلاً نوعياً. وهذه الجبال الجليدية تدفعها المجاري البحرية جنوباً إلى البحور الدافئة المياه حيث تذوب. فهي مصرف للنائج المتجمع كلهار الجليد وما يصح على الاقطار المتجمدة الشمالية يطلق على الاصقاع المتجمدة الجنوبية بوجه عام

- (جبال الجليد وفعماها الجولوجي) - الحفر - مازال الجبل طافياً فليس له فعل من هذا الفييل ولكن اذا قارب الشاطئ قرب جزيرة تجزيه يوفونداند سركه رواسب الفعر اى يتصل به ويحدد الصخور من ثم تترك راج والمجاري والند والجزر فعلها المبين سابقا

الحفر - سركه الجبال كثرأ من الركام التي تجرفها الانهر حادبة من الماء المتجمد من فوقها وقد ثبت ان بعض الجبال الجليدية

نقلت ركاباً من جزيرة الارض الخضراء (جرينلند) الى جزيرة الارض الجديدة (نيو فونلاند)

فعل الماء الكيماوي

١ - البحيرات - مر الكلام عليها

٢ - الينابيع والمجاري المائية تحت سطح الارض

مرّ بنا ان جابا كبيراً من ماء المطر يغور في الارض فبعض هذا الماء الذي يغور في الارض يتمتصه النبات بواسطة جذوره وبمضه يقيم قليلاً او كثيراً في الشقوق والثقوب الصخرية ثم يتسرب جانب منه الى مجاري صغيرة تحت سطح الارض لا تلبث ان تتجمع وتصير مجاري كبيرة الى نوعاً وتظهر اخيراً بشكل ينابيع وتستمر سائرة تحت الارض حتى تصب في البحر. فمن المعروف على شواطئ فلوريدا بالولايات المتحدة ان هنالك اماكن في البحر على مقربة من الشاطئ حيث تنبجس المياه مدببة في وسط الماء الاحمر. وهنالك نوع آخر من المياه التي تحت سطح الارض وهي ما تعرف بالمياه البركانية لأنها تنبعث رساء وبقية ثوران البراكين وقد تكون في اماكن مستواة ارضاً من مستوى قاع البحر ولكنها غير جارية

- (الينابيع) - اذا غار الماء في الارض مخترقاً طبقات من التراب

والخصى والصخور المشققة ثم وصل الى طبقة من الصلصال الذي لا

ينغور فيه الماء جرى الماء حينئذ على سطح هذه الطبقة حتى يجد شقاً
ينفجر منه الى سطح الارض ويجري عليه حتى يجتمع بمجدول أو نهر
- (الآبار الارتوازية) - حفر الآبار الارتوازية طريقة

لاستخراج مياه جارية تحت الارض التي لولا حفر هذا الآبار لكانت.
تصل الى البحر أو الى نهر من غير ان تظهر فوق سطح الارض.
تحفر هذه الآبار وغالبا في سهول تحيط بها جبال وآكام. فان المياه
التي تغور في الارض حتى تصل الى طبقه صلبة لا تخترقها تبقى
تتجمع فوق تلك الطبقة حتى يرتفع مستواها عن مستوى السهل ذاته
فاذا حفرت في السهل حفرة أو انزلت انبوبا حتى يصل الى الماء انبجست
الماء بفعل الضغط من ارتفاع مستواه على جوانب السهل

(الينابيع المعدنية) ذكرنا ان كل الصخور تتحول الى تراب
اذا اذابت المواد التي تلتصق ذراتها بعضها ببعض والمواد المذابة تحملها
المياه التي اذا ابتها تاركة الدقائق والذرات التي لا تذوب وبعد ما تجري بها
شوطا طويلا أو قصيرا نحت الارض تنفجر ينبوعا فاذا مرت على أرض
حارة ذابت من موادها وخصوصا كربونات الجير حتى لتثقل به
ممتلئة سببا. فإذا استقرت المياه قليلا أو هبطت درجة حرارتها
وقلت سفدت على حمط. وبنه فيها. وهناك الينابيع الحديديّة وهي التي
تذيب الحديد من كبدته. روف بصعها المذوق وبلوها الضارب الى

الاصفرار وتكثر في الاماكن التي فيها عروق حديد . وهناك الينايع المالحه وهي التي اذابت مياهها مقداراً كبيراً من كلوريد الصوديوم (وهو ملح الطعام) وتكثر في الغالب حيث تكثر مناجم الملح الصخري أو الصخور المشبعة به

اما - (الينايع الطيبة) - فتطلق على بعض الينايع المعدنيه التي لها فعل طبي في معالجة بعض الامراض وشفائها . ورجال الطب يقسمون هذه الينايع الى ينابيع المياه القلوية وفيها الصودا والحمض الكربونيك كما فيشى بفرنسا وسراو غاباميركا — والمياه التي تحتوي على سلفات المغنيزيا والصودا كينايع سدلتز . ونمة المياه المالحه والملح هو الماده الرئيسيه فيها كمياء فيزبادن . وهناك المياه الارضية وهي التي تحتوي على سلفات الجير او كربوناته كمياء باث بالكترا . والمياه الكبريتية وتحتوي على لايدورجين المكبرت او الكبريتور مثل مياه اكس لا شابل وهناك ينابيع تحتوي بياها على قطرات من البترول

١- فم الجاري التي تحت سطح الارض جراً حياً ، - - - - -
كلما الجاري فوق سطح الارض في تقنيات الصخور وتميذاً بيل
الى ذلك . ٢- بادابها بعض المواد وتقنيات بعض الصخور تضعف
الدعائم التي تقوم عليها صخور اخرى لم تقم لصلابها فتداعى وتبيض
تحدث نحوراً في الارض وهذا من اسباب (الزحف) من

الجلل يرحل زحلاً ٣ — باذابتها المواد توجد كهوفاً تحت الارض
ومجاري مختلفة الاشكال ثم بعد ذلك ترسب بعض هذه المواد التي تذيبها
اما في الكهوف التي تنشأها تحت الارض وتعرف حينئذ بالشموع المبلورة
او تحملها الى سطح الارض فترسب في البحيرات او على جوانب
المجاري او تحملها الى البحار

العوامل البيولوجية

ليست العوامل البيولوجية او العضوية كما يدعوها بعض العلماء
في منزلة العوامل المائية من حيث فعلها في تغيير شكل القشرة الارضية
وتبديلها . ولكنها مع ذلك عامل ذو شأن وانما شأنها في علم الجولوجيا
يهود في الغالب الى دلائلها على المصور التي عانت فيها الاحياء المختلفة .
فان بقايا الاحياء النمازة وآثارها اصدق دليل ومرشد الى معرفة الاحوال
القديمة التي كانت تعيش فيها فكان الاثار العضوية او الحفريات حروف
كتب بها تاريخ الكرة الارضية من اقدم ازمنة الاحياء الى الان .
نحدر بنا ان ننظر الى فعل الاحياء في الجولوجيا من وجوه ثلاثة .
الاول — وفي تدمير القشرة

الاول — وفي تدمير القشرة (بعض العلماء من التدمير)

الاول — وفي تدمير القشرة (بعض العلماء من التدمير)
الاول — وفي تدمير القشرة (بعض العلماء من التدمير)
الاول — وفي تدمير القشرة (بعض العلماء من التدمير)

التدمير

النباتات — تمهد النباتات السبيل لتفتيت الصخور ونحوها بطرق مختلفة اهمها: —

١ - إنها تحفظ سطوحها رطبة والرطوبة اذا استمرت تفعل فعل الماء في اذابة المواد التي تربط ذرات الصخور بعضها ببعض فتمهد السبيل لتفتيتها متى عملت فيها العوامل الاخرى من جوية ومائية وهذا الفعل ظاهر على اقواة في النباتات التي تطلب الرطوبة كالطحالب

٢ — متى انحلت النباتات تكونت من ذلك حوامض لها فعل كبير في التربة والمعادن والصخور وهذه الحوامض ذات فعل مزدوج فهي تعمل في بعض المركبات فتحولها الى اخرى لان الحوامض مركبات غير ثابتة من الناحية الكيميائية وثانياً لها فعل قوي في اذابة المركبات المعدنية

٣ — تمد النباتات جذورها وغصونها في شقوق الصخور او في اربطة فينجم عن ذلك تفتتان

الاولى - انفصال قطع كبيرة من الصخور لان الجذور فصلت بينها وبين كتلة الصخر المابته فنهار

الثانية — باختراق اربطة وتمزق اربطة ترسها انفس الهوى

اماء على ١٠ ر ٣٠

٤ — تجتذب المطر كما تفعل الغابات الكثيفة والحراج والطحالب في المرتفعات فتهد السيل للماء حتى يفعل فعله في حفر الارض وتخبذها وتقتيت الصخور

٥ — تساعد على انحلال اجسام الحيوانات والنباتات المريضة أو الميتة كما يظهر من انتشار الفطريات على شجرة دب اليها الفساد أو في جثة حيوان ميت

الحيوانات ١ - تكشف التراب وتعرضه لفعل العوامل الجوية والمائية كما تفعل الخراطين (ديدان الارض) فقد اثبت داروين ان الخراطين دائسة العمل في كشف التربة لما تحمله معها من دقائق التراب الى سطح الارض. وعدا الخراطين حيوانات كثيرة تحفر في الارض اتقافا كالمساجد (جمع حلامس عر لفظ) والارانب وهذه الحيوانات في عملها هذا تكتف كثيرا من التربة وتعرضه لفعل العوامل الجوية والمائية

٢ - يتعرض بعض الحيوانات مسر الجداول والمجاري بما تقيمه من اسودود تبنيها باعصان الاشجار. فحول مياه الجدول كذلك الى رى حريه وهما العمل ظاهر الاثر في كندا والجبال الصخرية حسب كثير من كتب الماء السدس أو التندس). وقد لا يحول محرى من السدود بارتفاعات عالية في بيئات استوائية ثم تتحلل طبقاتها من السدود بارتفاعات عالية في بيئات استوائية ثم تتحلل

الحفر في جسور النهر فاذا جاء الفيضان حطمها وطفا على البلدان المجاورة
كما يحدث في نهر المسيسيبي احيانا

٣ - لبعض الحيوانات اثر ضار في بعض النباتات يمتها ويبيد
محاصيل بكاملها ويكفي ان نذكر ما يصيب القطن في القطر المصري من
الدودة وكيف يلتهم الجراد الاخضر واليابس وما تفعل الفلكرسرا في الكرم
٤ - بعض الحيوانات تحفر ثقباً في الحجر أو الخشب فتضعفها
وتعرضها لفعل الهواء والماء المباشر فاذا كانت سفناً أو أرصفة أو صقالات
مبنية منها عرضتها للتهدم والتخريب
الحفظ

النباتات — ١ - النباتات والاشجار تحفظ حولها طبقة من التراب
المتماسك نفط الصخور فيحفظها من التعرية السريعة ومن فعل الهواء
والماء المتآكل.

٢ - راء النبات كراء حراء من النباتات هذه الطبقة من التراب
تحميها من جفافها بحدودها من التراب والاشجار
الانجراف مع الماء او من ان يستيقظ بها
٣ - بعض النباتات البحرية تحفظ الصخور البحرية بما تدسطة
عليها من قشرة جيرية

٤ - الغابات والحراج تحفظ التراب على جوانب الآكام والجبال

من الانجراف مع الماء . وتظهر فائد الحراج عند ازالتها اذ تعرى
جوانب الجبال تعرية تامة بما يجرفه الماء

٥ - حراج الصنوبر على جوانب الجبال تصدُّ انهار الشالوج

فتمنع الضرر عن القرى التي تحت مستواها

الحيوانات - ليس للحيوانات فعل خاص من هذا القبيل الا

ما كان خاصاً بالانسان وسيأتي الكلام عليه على حدة

البناء والتكوين

كل النباتات والحيوانات تقدم مواد لتكوين طبقات ارضية جديدة

وعلى الاخص اذ تتجمع بقاياها بعد موتها. ولها كذلك فعل كيميائي محدود.

تم ن بقاياها تحفظ في طبقات من الرمل او الطمي ويزيد من حجم

النباتات

١ - التراب الاسود: اذا تعاقب نمو النبات وتحلله في بقعة من

بندع ر. اصويلا فتعاقبه هذا لا يفعل في نفثيت الصخر فقط بل يترك

بقايا نباتية عضوية تمتزج بالمواد المعدنية فيتكون من امتزاجها مادة خصبة

جدا فتعرف بالترمة النباتية وهي في الغالب قائمة اللون الى السواد. ومن

٢ - التراب الرملي: في الهند يسمى بمورفييا النطس وتربة كبير من

البيدج حصبة في ر. ر. ر. وهذا الطبقات تغطي في كثير من

الجزر حيث يتجمع تحتها من الاميال المربعة

٢- البيت او الفحم الاخضر - في المناطق المعتدلة والقطبية تتجمع نباتات البطائح وتنحل حتى ليبلغ كثافة ما يتجمع منها في بعض الاحيان ٤٠ قدما او ٥٠ (في شمال اوربا وامريكا اكثر هذه المجموعات مؤلفة من طحالب وقد يكون فيها جذوع اشجار او جذورها). فالبيت هذا نبات بطائح منححل ينمو على جوانب مستنقع او بركة ماء ثم تمتد فروعه اليابسة الى الماء فيرسل جذوره ويبقى يتجمع حتى يملأه باجزائه الميتة

ولا يلبث ان يطرأ عليه تغيير في قعر المستنقع فيسود وهذه هي المرتبة الاولى من مراتب تكون الفحم الا ان طبقاته تحتوى من ٢٥ الى ٣٣ في المائة من الاكسجين والفحم الجيد ليس فيه اكسجين

درستبال البیت وقودا وسمادا ومتی یرید استعماله وقودا یمضی
 یرفع یمزج فی الشمس. واجلولوجیون یعلقون به شأنا
 یرفع الی حد یمزج به حملا یمزج بالیت من اصل واحد
 فی سماء عرب من اوراق نبات یمزج به یمزج به
 ان التفتیرات الکیمائیة التی طرأ علی کثیر کات واحدة وستمعود الی
 موضوع الفحم فی التسمک علی المصور الجولوجیة

وقد تغرر الحيوانات والناس ايضا بظاهر مستنقعات البيت فتقرب
فيها الى سبيل الى الخلاص حينئذ فيدر كها الموت فالفساد والانحلال.

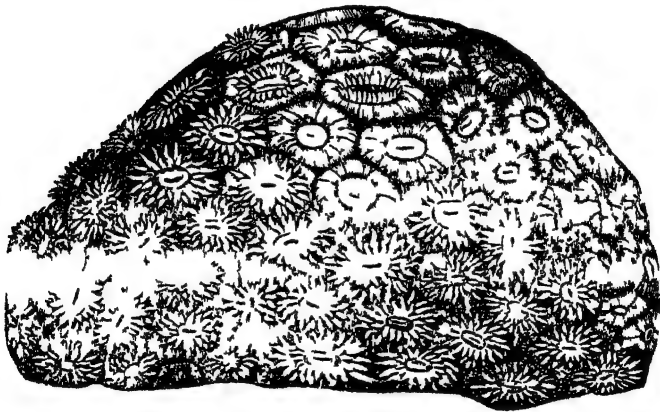
٣ — الرواسب الكيميائية — وفضلا عن فعل النباتات في ترك بقاياها تتمزج بالتراب فتجعله خصبا او تنحل في المستنقعات فيتكون البيت لها فعل كيميائي مباشر بتكوين بعض المواد الكيميائية وترسيبها. فلبعض النباتات مقدرة خاصة على حل اكسيد الكربون الثاني الذي يكون في الماء فيتحد بجدران خلاياها ويرسب من الاتحاد كربونات الجير وبعضها يرسبه من دون ان يتحد اكسيد الكربون الثاني بمادته الحية وكذلك تنشأ رواسب عظيمة من كربونات الجير

وبعض النباتات تستطيع ان تستخرج كربونات الجير من ماء البحر فتنبه في مادتها الحية حتى اتمد واحد بعض الباحثين ان المادة الحية في احدى النباتات كانت تحوي ٨٤ في المائة من كربونات الجير و ٥٥ من كربونات المناسوم ومقادير اخرى قليلة من اكسيد الحديد والمنغنيز فبهذه النباتات متى قدوتها الا. واح الى الشاطئ تلف وتتجمع بقاياها احيوانات — ان الطبقات التي تكونها الحيوانات هي في الغالب بقايا الحيوانات التي من المراتب الدنيا في مملكة الحيوانات كالحيوانات البحرية على اختلافها

— — — — — . كربونات الجير هي المادة التي يتركب منها احب الا آخر — احب — الجاه — في الحيوانات عبر المهرية. ولذلك رى — — — — — . ماء الحبيرات جيرية حثت توجد

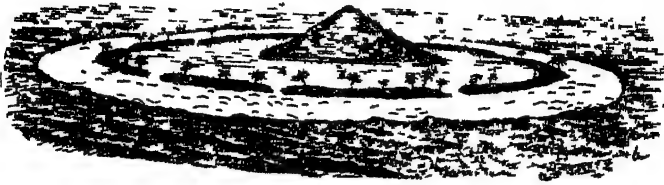
المياه المعدنية نجد غالباً في البحيرات راسياً طباشيراً أبيضاً مرصاً من بقايا
المولسكا (الحيوانات الصدفية) والفورمايفرا والنباتات البحرية وفي قعر
البحر تتألف هذه الطبقات من اصداغ

٢ - المرجان: واما عجب مكونات الحيوان صخور المرجان وجزائره.
هذه الصخور والجزائر تتكون من نمو انواع مختلفة من المرجان في مياه
لا تنخفض حرارتها عن درجة ٢٠ فوق الصفر بميزان سنتيغراد لانه
اذا برد الماء وقفها عن النمو ومما يوقفها عن النمو المياه العكرة
التي تصبها الانهر في البحار وهذا هو السبب في خلوك كثير من الشواطئ
في المناطق الاستوائية البحرية من صخور المرجان وجزائره



تبني حيوانات المرجان صخورها الجيرية على جوانب الجزائر حيث
انه متى لا يزيد عن ١٠ لايين قامته وترتفع رويداً الى ان تبلغ وجه الماء وهذه

هي الشعاب المرجانية (Coral reefs) وقد تصاب الجزيرة بما يخسف



الحلقة المرجانية قبل تمام فراغها

ارضها رويداً رويداً ويبقى المرجان مرتفعاً لانه ينمو من فوق والجزيرة
تنخسف رويداً رويداً فتبقى غار سطح الجزيرة تحت الماء بقيت



الحلقة المرجانية

الصخور المرجانية

كحلقة مفرغة يملأ الماء

فراغها وتسرف حياض

بالحلقة المرجانية وهذا

التعليل هو تعليل

دارون تكويها

٣ — انبتت المباحث الحديثة في سبراغوار البحار ان قاع المحيط

بأساسه تغطيه طمقة من الطمي الجيري اصله من اصداف حيوان

ممرت بهر ربيها وهي تغطي سمعة من شمال قاع هذا المحيط

صربه ١٢٠ ميلاً من اسير الى اقرب وعرضها بصع مئات من الاميال

من البينرب

٤ - الرواسب الفصفائية - وجدت السفينة تشالنجر رواسب
رملية كثيفة في غرب المحيط الهادى ووسطه اصلها عن حيوان الراديو لاريا
اما الرواسب الفصفائية فاصلها حيوانات فقارية لان العظام فيها
مركبات الفسفور وكذلك المبرزات واشهر هذه الرواسب رواسب الطير
المعروف بالجوانوفى شيلى بجنوب امريكا وتستعمل سادا

الانسان واثره الجولوجي

لا نستطيع ان نختتم الكلام على اثر العوامل البيولوجية من غير ان
نقرد فقرة خاصة وان كانت موجزة لاثر الانسان. فالانسان قد سب
عن طوقه القديم واصبح لا يكتفى بجمع الاشجار واسر الحيوانات وتدجينها
واكنه اخذ يخضع العناصر لامرته وكيف الارض بحسب مرامه .
نكم حرسا قتل الانسان اشجارها طامعا بختبها تاركا وراءها من حذر
جدره رصا راس الدبيب الحرية والمائية . اما الان وقد بلغت
حصارته شدة ببركس الارتما س لا يسع الا ان حرسه
وتدميرها بل بالعارن مهاضى بدر عمية الخبرات وهه م سنيير ايه
الماما في الفقرة التالية لان الاسهاب فيه يحتاج الى مجلدات فتنبع فيها تاريخ
الحضارة وارتقائها من اقدم العصور الى الان . وبحكم باطبع يكاد اثر
الانسان ينحصر في اليابسة وبعض الاحياء البحرية من نبات وحيوان

١ - الاقليم والمناخ - يظهر اثر الانسان في الاحوال الميئورية
غما يأتي :

(ا) ازالة الحراج بقطع اشجارها وتعريض بقع واسعة للشمس
والرياح يقلل توزيع الرطوبة ويحسب بعض العلماء ان قطع الاشجار
في البلدان التي حول البحر الابيض من اسباب ما فيها من الجفاف

(ب) تمهيد السبيل لجر مياه الامطار الواقعة وتقليل التبخر من
الماء فينجم عن ذلك انخفاض في مقدار المطر الذي يقع سنوياً وارتفاع في
متوسط حرارة البلاد

(ج) بعض الوسائل الزراعية كتحويل الاراضي القاحلة الى ارض
صالحة للزراعة او زرع البقاع الجرداء . وهلم جرا

٢ - في جري الماء

(ا) زيادة مقدار المطر او تقليله بالوسائل المتقدم ذكرها

(ب) ينجم عن تمهيد السبل لجر مياه الامطار زيادة الجداول

والانهر التي تحفر الارض وتحددها وتفتت صخورها

(ج) بما يحفره من الآبار والمناجم والمجاري

...

حووها ويبدأ سدرديجج الماء وراءها على علو كاف لمنع النهر من

تتبع ...

٣— في تغيير سطح الارض

(١) بزرع الحراج او بقطع اشجارها

(ب) بازالة مستنقعات القمح الاخضر او بمساعدتها على النمو

(ج) بتنظيم وسائل الري حتى يستطيع ان يحول ارضا قاحلة الى

اراضي صالحة للزراعة

(د) ببناء مباني جديدة كبناء الطرق والكبارى وحفر الترع

واتفاق السكة الحديدية. وبناء القرى والمدن القديمة زاد كثيراً في سمك

قشرة الارض في مواقع معينة

(هـ) بازالة الحجارة التي تجمعها الامواج على الشاطئ. يعرض

الارض وراءها لفعل الامواج

٤— في توزيع الاحياء. كمحاربة الحيوانات المفترسة حتى تنقرض

واتلاف بعض النباتات غير المرغوب فيها. وتمييد السبل لانماء انواع

جديدة من الحيوانات والنباتات مما يكون ذا فائدة اقتصادية للانسان

ولا يزال هذا الجهد من اثر الاسنان البيولوجي والبيوتروفي في

حاجة الى ان يشبع درساً وبحناً فنكتني بالاندراسابق

العوامل البركانية

من شأن العوامل الجوية والمائية أن تحفر الارض وتحدد شكلها وتقتطع صخورها ثم تعريها جارفة ما تقتطع منها الى الاماكن الواطئة فكأن اتجاهها - سواء في ذلك مياه المطر والانهار والامواج وغيرها - ان تمهد الارض وتجعلها مستوى واحداً. يقابل هذا الاتجاه ما تفعله العوامل البركانية اى الزلازل والبراكين في قسرة الارض ترفعها هنا وتخفضها هناك فتوجد هذا الاختلاف في ارتفاعها بين جبال وآكام وسهول ومنخفضات واودية وهى مما لا بد منه حتى تناسب احوال الحياة المختلفة التى تميز فيها انواع الحيوانات والنباتات المتباينة

وفي استطاعتنا ان نقول ان هذين النوعين من العوامل الجولوجية اى العوامل الهوائية والمائية من جهة والعوامل البركانية من جهة اخرى متباينان ليس بصرار - الاول يفعل في قسرة الارض وفعله فيها يرفعها ويخارجها والى نفس فيها انما فعله في الداخل. والى هذين النوعين من العوامل الجولوجية ان نستطيع ان نرجع كل ما هو القسرة الارضية من فوهات البراكين والبراكين والبراكين والبراكين

والى هذا النوع من العوامل الجولوجية ان نرجع كل ما هو القسرة الارضية من فوهات البراكين والبراكين والبراكين

الارض وما يعرف عنها قليل جدا واشهر العوامل البركانية البراكين والزلازل تعتمد قسرة الارض تبعاً بطيئاً

١ — (حرارة باطن الارض) تختلف الحرارة على سطح الارض باختلاف العرض لان متوسط الحرارة يهبط كلما قرب العرص من احد القطبين ويرتفع كلما اقترب العرض من خط الاستواء . اما متوسط حرارة سطح الارض فستون درجة بميزان فارنهي٢ اونحو ١٥ درجة بميزان سنتيغراد ومن الامور المعروفة ان الحرارة في ابي مكان على سطح الارض تختلف باختلاف الليل والنهار وباختلاف فصول السنة . على اننا اذا حفرنا بئرا ونزلنا الى قلب الارض وجدنا انه كلما زاد العمق الذي سهبط اليه زالت القروق في درجات الحرارة السطحية التي تنجم عن اختلاف الليل والنهار والفصول رويدا رويدا الى ان نصل الى عمق ١٠٠٠٠ قدمه٢ تنعدم الحرارة من الحرارة لا تتغير . وتدعى طبقة من الارض فوق هذا الحد طبقة الحرارة السطحية . وبما يختلف باختلاف خط العرض

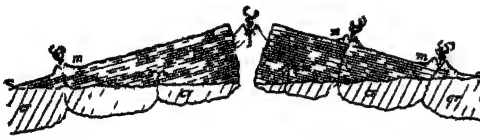
على انه كلما زاد العمق الذي سهبط اليه ارتفعت الحرارة بمتوسط ١٠٠ درجة بميزان فارنهي٢ لكل ميل من العمق

٢ — (حالة باطن الارض) — فاذا سرنا على هذا المتوسط من زيادة

الحرارة بازدياد العمق الذي ننزل اليه بلغنا بعد مسير ٣٠ ميلا درجة ٣٠٠٠ بميزان فارنهایت او ١٦٤٩ بميزان ستغراد وهى الدرجة التى تذوب عندها صخور الارض جميعا . لذلك استنتج بعض الناس بان الارض كتلة مائعة حامية تغطيها قشرة يابسة عمقها ٣٠ ميلا . ونجم عن ذلك قولهم ان البراكين ليست سوى منافذ تخرج منها هذه الصهارة الكثيفة الشديدة الحرارة على ان بعض التأمل يكفي ليثبت ان حالة مثل هذه غير محتملة في داخل الارض اذ يكاد يكون من الثابت ان متوسط زيادة الحرارة ينقص رويدا رويدا كلما راد العمق الذي ننزل اليه . وعليه فان حرارة ٣٠٠٠ الاف درجة لا تصل اليها الا على عمق يفوق ثلاثين ميلا ، ثانياً ، ان درجة ٣٠٠٠ هى الحرارة التى تنصهر عندها الصخور تحت ضغط الهواء . اما اذا كان الضغط اقوى من ضغط الهواء المعهود فدرجة الانصهار تكون اعلى جدا من درجة ثلاثة آلاف فاذا نظرنا الى هذين الامرين معاً وجدنا اولاً ان قشرة الارض اليابسة اُكثف أو اعظم من ثلاثين ميلا . وثانياً . انه من الراجح أنه لا يوجد مائع داخلى كثيف كما كان يعتقد . وغني عن البيان ان قشرة الارض تكون منافذ لكهوف موضعية من المواد المنصهرة . وبسبب هذا لا يمكن ان يحتوى على مائع داخلى . وقد قام حديثاً بين علماء الجيولوجيا من ان ترفيق بين الرأيين فقال بعضهم انه في الحقيقة لا يوجد مائع داخلى . بل ان الحرارة التى تركبها

دعوها بدرجة الانصهار الحرارية المائية فأذا كانت درجة انصهار الصخور الخالية من الماء ٣٠٠٠ درجة فدرجة انصهارها اذا كان فيها ماء تتراوح بين ٦٠٠ و ٨٠٠ درجة

وهناك رأي ثالث ان داخل الارض مؤلف من غازات وبخيرة وخصوصاً من عنصر الحديد في حالة غازية على درجة عالية جداً من الحرارة أما الضغط الذي تضغطه قشرة الارض على هذه الغازات يجعلها شبه جامدة فإذا خف عنها الضغط كما يحدث لدى حدوث شق في قشرة



رسم البركان وأجزائه

الارض خرجت منه هذه المواد حمماً مصهورة وغازات

البراكين

البركان جبل مخروطي الشكل له فوهة في اعلاه يختلف شكلها تقذف من وقت الى آخر مواد على درجة عالية من الحرارة في آلة نارية أو مائعة على الغالب

والبراكين ثلاثة انواع — نائرة وكامنة وساكنة فالبراكين التي لم تتر من قرن كامل يعتبرها العلماء ساكنة أو خامدة وليس من فرق واضح بين البراكين الكامنة والبراكين الساكنة



قبر كان يزوف كان
يحسب بركانا ساكنا
الى ان نار سنة ٧٩
بعد المسيح فدمر
مدينة بومباي
وهر كولا نيوم ثم
مضى عليه ١٣١ سنة

بين سنة ١٥٠٠ و ١٦٣١ فحسب يزوف ساكنا وانتهت هذه المدة بثورانه
الشديد بسنة ١٦٣١

وما البراكين البائرة فيستطاع تمييزها من البحار الحامي والغازات التي
تقذفها ببركان سترومبلي نائر ثورانها مستمر منذ دون ذكره في التاريخ على ان
ثورانه دوري في الغالب وتختلف المدة التي تنقضي بين ثوران وآخر

— (عدد البراكين وتوريدها وحجمها) — ذكر همبول انه
حصى ٢٢٥ بركانا ثارت في القرن الماضي والمدد المعروف الان اكثر
تأثيرا همبولت وهي تتراوح في حجمها من الآكام البركانية الصغيرة
حاردين - عتوقة ، الف قدم ومرتالا وعلية في الف قدم وكونكاجو
سنة ١٨٤٠ فسدده رخلو حمل الكونكاجو لس ناجما من تراكم
الرمال في انية نبي نذنها في الف الصمور

فالعائب في توزيع البراكين الجغرافي ان تكون البراكين (١) في جزائر قائمة في وسط البحر وعلى حافات القارات الجبلية قرب البحر وتندر البراكين البعيدة عن البحار . والظاهر ان المحيط الهادى هو اكبر مبدار للفعل البركاني فسطحه منقط بالجزائر البركانية وشواطئه تحيط بها بلدان يكثر فيها الفعل البركاني (٢) ان البراكين تكون اما في خطوط تتبع شقا كبيرا في قشرة الارض أو في جماعات كل جماعة منها قائمة فوق كهف عميق في القشرة تكثر فيه الغازات والابخرة والحمم . فالبراكين المشهورة التي تحدث في خطوط بر كان فيوجا بنواتيلا بامريكا الوسطى تتصل ببراكين جبال الاندس بجنوب امريكا من الجنوب وجبال المكسيك وجبال السيرا كاسكادا بكنديام براكين جزائر اليوشان (Aleutian) وشبه جزيرة كمشكاشم في جزائر كوريل فجزائر اليابان فجزائر الفلبين باسيا

ومن لراكين التي تحدث جماعات جماعات براكين جاوى براكين جزائر هسراي وبراكين البحر الأبيض المتوسط براكين جزيرة ايسلند

— (ما تهدفه البراكين) — ١ — جلاميد صخرية — ٢ — حمم

مائة — ٣ — جمر خامد — رمل — ٥ — رماد — ٦ — دخان

٧ — ابخرة وغازات

فالجلاميد الصخرية في ثوران بركاني تنشأ من تمزيق بعض جوانب الفوهة بفعل الثوران البركاني

أما الحمم المائعة وهي المعروفة باللابة (اللافا) فتطلق على الصخور المنصهرة ومقدار انصهارها يختلف باختلاف درجة الحرارة ونوع الانصهار. فكثافة اللابة في كيوليا مثل كثافة العسل

والحمم اللزجة تسير سير سريعا على جوانب الفوهة بعد خروجها منها وقد تبلغ سرعتها من ٢٠ الى ٢٥ ميلا في الساعة ولكن اذا بردت جمدت رويدا رويدا حتى تصبح كالزفت فتخف سرعتها كلما زاد جودها حتى تقف عن السير . ولما كانت هذه اللابة موصلا رديئا للحرارة فقد تبرد في الخارج على سطحها وتجمد في حين ان الطبقة السفلى منها تبقى حامية وسائله وجارية

أما نوع انصهارها فيقصد به مقدار ما تمتزج به هذه الحمم من الماء اما الحجر الخامد والرمال والرماد فانواع من الحمم المائعة ذلك ان الحمم عند امتدافها تكون متزجة بكثير من الغازات والابخرة وكأَنَّها تخرج من تحت الأرض من فتحة البروق والنفثاء بقوة شديدة يرتب ورتة على مخرجها من إخمادها وقد يكون الانهيار رويدا حتى تنطفئ الحمم رسا شديدا فإذا برد وقع رمالها ورمادها

والفرق بين الرماد والرمل مرتبط بحجم الذرة فقط فان كان دقيقا جدا
دعي رمادا والا فهو رمل

اما الغازات والابخرة التي تنطلق من فوهة البركان فاهما بخار الماء
وبخار الحمض الايدروكلوريك والحمض الكبريتوس والحمض
الكربونيك واكثرها بخار الماء . ويقال ان في ثوران بعض البراكين
تشاهد لهب ولعل منشأها من احتراق بعض الايدروجين وكبريتيد
الايدروجين (ايد ه ك) والا فما يدعى اللهب فهو على الغالب انعكاس
جهر الحميم المتقدة لا غير

- انواع اللابة المحترقة - اذا بردت اللابة رويدا رويدا تبلورت
المادن التي فيها فتدعى حينئذ اللابة المحجرة واذا بردت بسرعة دعت
الزجاج البركاني . واذا كان الزجاج البركاني تتخلله فقائيع الهواء دعى
الاسكرود . واما اذا كان البركاني منزجا بالماء دعى «توفا» وهذه هي
الاسكال التي نرى في الجبال البركانية المتدهمة من البراكين

- (تكون البراكين) - من انما به لدى العلماء الآن ان
البراكين تبني قممها المخروطية الشكل من الحمم المصهورة التي تقذفها جنبها
تثور المرة تلو المرة وهي تتبع في الغالب المراتب التالية :-

(١) ان ازدياد الحرارة في مكان البركان وتمدد المياه يمزق الارص
اني فوهة تمزيقا كأنه الديناميت فتخرج المواد المصهورة المذكورة

آثاقاً. (٢) متى اندفعت اللحم من البر كان ترفع قمة الجبل وتمزقها وترمى بها في الجو فيصير الجبل مجوّفاً من اعلاه كالكأس وهي فوهته . (٣) أن اللحم التي تقذفها البراكين تتجمع حول فوهتها فيصير شكل القمة مخروطياً وتعاقب الثوران يجعل اللابة حول القمة منضدة في طبقات ولكن يجب ان لا يقع لبس بين هذه الطبقات والطبقات الجولوجية الصخرية (٤) في كل ثوران تشقق اللحم جوانب القمة ثم تمتلئ هذه الشقوق حمماً لا تلبث ان تبرد فتصير كالاضلاع للقمة (٥) اذا ارتفعت القمة كثيراً قذفت اللحم من شقوق في القمة كما تقذف من الفوهة وهذا ينشئ فوهات جديدة (٦) اذا كان كأس البر كان او فوهته واسمه كما حدث في بر كان يزوف سنة ٧٩ بعد المسيح فقد تتجمع اللحم فيه في ثوران تال فتكوّن كأساً مخروطية ضمن الكأس الاولى

— (قدم البراكين) — اذا تتبعنا تكون البراكين كما تقدم ففد

نستطيع ان نجد طريقة نحسب بها قدم البراكين. ومع ان كل حساب من هذا التقيير يكون تقريبياً الا ان ذلك يكفي لايقاف الطالب على طول

الزمن في معرفة تاريخ الانما الجولوجية . فنصرب لذلك ركن اثنين من زوايا لا مرد . كما نستدل ويحدث في اوقات محدودة اي حدم

منه . كما نرى . وتطرحه من اسفلها بحر ٣٠ ميلا

تصحيح من ...

الحجم عرضه - حين يصل الى سفلى القمة - ميل وعمقه قدم واحدة هو مقدار ما يجري من اتنا فى ثوران واحد . وهذا المقدار من الحجم يغطي ارضاً مساحتها سبعة اميال مربعة بطبقة عمقها قدم وتحتوي نحو مائتى مليون قدم مكعبة فيلزم اذا مائة ثوران مثل هذا حتى ترتفع القمة قدماً واحدة فاذا حدث مثل هذا الثوران كل سنة ارتفعت قمة اتنا قدماً فى مائة سنة ولكن مضيقاً محفوراً فى جانب اتنا يدل على وجود ٣٠٠٠ طبقة من الحمم كل منها عمقها قدم فلبناء هذه القمة يكون قدم مضى ٣٠٠ الف سنة . والدليل على ان هذا التقدير معتدل جداً ان بر كان اتنا لم ينر سوى مرة كل ٢٠ سنة من الف سنة الى الآن ولا يزال على جوانبه حمم قذفت منذ الف سنة ولم تغط بعد . كل ذلك دليل على ان جبل اتنا اقدم مما قدر له من العمر ومع ذلك فهو من احدث المكونات الجولوجية

- اسباب البراكين - يظهر من المقابلة بين الكرة الارضية والاجرام السماوية ان الارض كالبقى فى "المصير الغارة قبلها" وحدث الانسان علمها وقبلما عاش فيها حيوان ونبات . جسمها كايكون سائلاً أو منفرد الدقائق من شدة حموه ثم برد سطحها وحدث على توالى العصور واسكن بى جوفها شديد الحرارة . ومن أدلة ذلك المواد البركانية التى تقذف منه . ان المواد

جسام معدنية ولكنها تقذف مصهورة من شدة حموها
ولكن وجود الحرارة فى الارض لا يكفي لتعليل انراكين

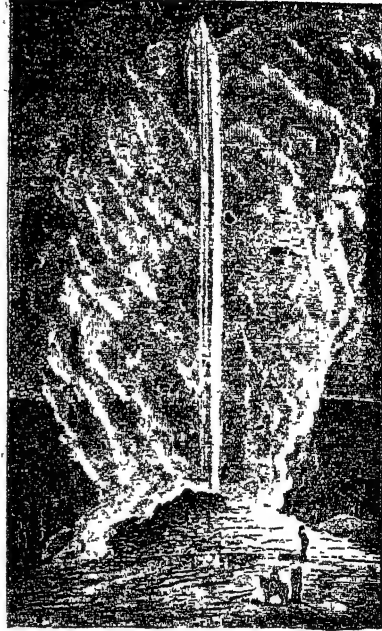
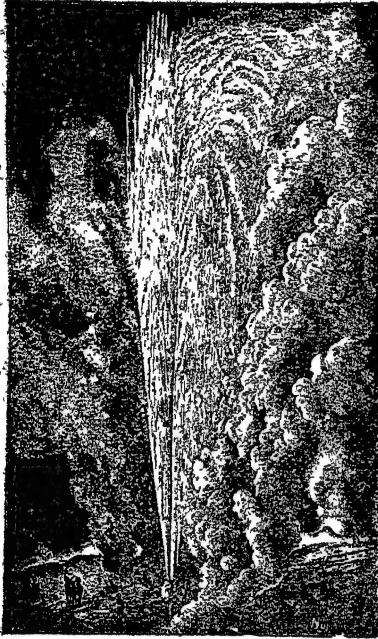
ونورائها . ذلك ان حرارة الارض آخذة بالانخفاض ولكن ليس لدى العلماء دليل على أن ثوران البراكين اضمف الآن منه في العصور الجولوجية المتوغللة في القدم . ثم انه لو كانت الحرارة وحدها سبب البراكين لوجب ان تكون البراكين منتظمة في ثورانها كاتظام حرارة الارض وهذا بعيد عن الواقع

وقد اتضح الآن ان السبب الآخر للبراكين هو الماء الذي يخالط المواد المعدنية الحارة . فاذا حدث ما رفع حرارتها ولو قليلا تمدد الماء الذي فيها ودفع ما فوقه وكلما صعد زاد تمدده لأن طبقات الارض التي فوقه تكون ضاغطة عليه بثقلها فكلما صعد خف هذا الضغط عنه واخيرا تبلغ قوة تمدده درجة عظيمة جدا حتى يمزق الارض التي فوقه تمزيقا ويدفعها في الجوف صخورا واتربة بل يمزق دقائق الصخور فتطير في الجوف غازا الى علو شاهق . وقد يرفعها من عمق كبير حيث تكون حرارتها شديدة حتى اذا بلغت وجه الارض جرت عليه صهارة هي اللابة وقد ثبت ذلك كله من وجود البخار بكثرة في مقذوفات البراكين وحممها حتى ان ما يحسب دخانا صاعدا ليس في الحقيقة سوى بخار مائي

القياسر والقوارات (الينابيع الحارة)

هي ينابيع حارة يندفع الماء منها الى علو شاهق في نوب معلومة والكلمة الاولى اي (القياسر مفردا غيسر Geyser) كلمة اسلندية الاصل مشتقة

من فعل بلعة الاسلنديين معناه اتفجر. والقياس كثيرة في جوار البراكين
واكثرها في ايسلندا وزييلندا الجديدة وبعض الولايات المتحدة الامريكية.



فوارتان

وفي كل غيسر بئر عميقة ضيقة مبطنة بمادة سليكية ومنفذها ضيق يحيط به
حوض واسع فيندفع الماء الحار منها في اوقات معلومة ويعلو في الجو اقدا ما
كثيرة ومعه كثير من البخار. ثم يجمع الغيسر مدة قصيرة او طويلة ثم يعود
الى ما كان عليه من الهيجان

غير قادر على التفكير المنطقي والبحث العلمي الدقيق حين حدوثها . فمن العلماء رجل يدعى الكسيس بري وضع كئالوجاً دوّن فيه ألف زلزلة في ثلاثين سنة بين سنة ١٨٤٣ و ١٨٧٣ اي كان متوسط مادونه زلزلتين في اليوم فإذا حسبنا ان ثلاثة ارباع سطح الكرة ماء وان جانباً كبيراً من اليابسة يقطنه اقوام متوحشون وان كثيراً من الزلازل التي تحدث في البلدان العامرة لا تدوّن كنا غير مباليين اذا قلنا ان زلزه قويه او خفيفه تحدث كل ساعة في بقعة من بقاع الارض ولكن جسم الانسان لا يحس بها الا اذا هزت الارض مقدار جزء من ١٦٠٠ جزء من البوصه . وهذه ليس كثيره الا في المناطق التي تكثر فيها الزلازل

﴿ مظاهر الزلزلة ﴾ ١ — الصوت يكون اولاً كصوت المدافع ينادى — الارض وفي بعض الاحيان كصوت دمدمه او اصطدام اوطحن

٢ — ويصحب هذا الصوت اويبعه حركه الارض تهز اهتر ر خفيفا او تمور موراً عنيفاً ، وقد يبلغ من عنف حركه الارض ان تتداعى البيوت وتهدم كلها بنيت من ورق

٣ — واتجاه هذه الحركه يكون اما عمودياً من اعلى الى اسفل او أفقياً من جانب الى جانب آخر او جامعاً بين الاثنين فتكون الحركه اهـ

منحرفة او لولبية كما حدث في بعض الزلازل اذ شاهد الناس المداخل تدور دورة لولبية

٤ - وحركة الارض لا تحدث في كل مكان في الوقت عينه بل تحدث في مركز ثم تنتقل منه في كل الجهات كأنك ترمى حجراً في راكم من الماء فيحدث امواجاً متتابعة تنتشر في كل الجهات. هذا المركز يدعى (الايستروم) لانه فوق مركز الزلزال ويكون اشد فعل الزلزال هناك. او على بعد عنه يساوى عمقه تحت الارض ثم يقل كلما بعدت موجتها عنه

- سرعة موجة الزلزال - وجد العلماء ان سرعة موجة الزلزال يختلف باختلاف مقاومته الصخر وعمق الايستروم. فاذا كان الصخر رقيقاً والايستروم عميقاً كانت سرعة موجة الزلزال على اشدّها فمقد تكون ١٠٠ ميل في الدقيقة وقد تبلغ ٢٠٠ ميلاً أو ٢٥٠ ميلاً أو ٣٠٠ ميل في الدقيقة. وقد يكون انتشار موجة الزلزال في كل الجهات متساوياً فتكون الموجة حينئذ في شكل دائرة تقريباً وقد تكون في شكل اخرى فتكون الموجة اداً لاجية

سبب الزلزال - اسباب الزلازل التي ان المستمرة التي تسمى الزلازل القوية ١٠٠ ضرب كبيرة ثقيلة وهي مركزة على مركز الارض وهذا المبدأ من حيث في التمدد المستمر بسبب انشعاع

الحرارة منه فينتج من ذلك تشقق الصخور وتصدعها واتساع الشقوق القديمة فيها . اى ان طبقات الصخور التى زحلت عن مكانها في الزمان الماضي وهزت الارض بزحلتها ترحل ثانية وتسبب هزة اخرى . ثم ان للثقل يدأ في أحداث الزلازل فأذا رسبت رواسب كثيرة في قاع البحر في البلدان المعرضة للزلازل ثقلت عليه فينصدع ويهز الارض ويحدث عكس ذلك في الجبال والنجود التي تجرف الامطار جانباً كبيراً منها فأنها تحف عما كانت عليه وترتفع وقد يكون ارتفاعها هذا متدرجاً وقد يكون دفعة واحدة فتزلزل الارض

وقد كان الرأي الشائع ان الزلازل تحدث من تأثير البراكين ولكن ظهر الآن ان تأثير البراكين في الزلازل قليل جداً والغالب ان الزلزلة تسبق ثوران البركان فتكون سبباً له لا نتيجة عنه . اى ان اسباب ثورانه تكون مهيأة وتعوزها حركة شديدة لآزالة ما يعوقها عن العمل فتأتي الزلزلة فتزلزل فتزيل العائق من طريقها

— طغيان البحر — اذا كان مركز الزلزلة في قاع البحر قرب شاطئ . فقد تصحب الزلزلة موجة عظيمة تطفئ على الشاطئ . فتخرب وتدمر . يعترض سيرها . وسبب ذلك ان قاع البحر عند الايستروم يرتفع وينخفض مراراً فترتفع مياه البحر فوقه وتنخفض فتتولد من ذلك موجة كبيرة قد يبلغ علوها خمسين قدماً تقريباً وطولها مئات من الاميال

وتبقى سائرة حتى تضرب الشاطئ فتطغى عليه وتخرّب كلما يعترض سبيلها . وقد دعت موجة كهذه خطأ موجة المد والجزر وليس لها ادنى علاقد بالمد والجزر

ومع ان موجة من هذا القبيل تتكون عند مركز الزلزال الا انها أبطأ من الزلزلة في سيرها لذلك تصل الى اليابسة بعد موجة الزلزلة

١ - امثلة مشهورة على طغيان البحر - ١ - في سنة ١٧٥٥ حدثت زلزلة في البرتغال فدمرت مدينة لشبونة وقتلت اربعين الف نفس . وكان مركز الزلزلة تحت قاع البحر على مائة ميل من الشاطئ . وبعدما انقضت نصف ساعة على الزلزلة ساد فيها الهدوء المدينة طنت امواج عظيمة علوها ستون قدماً على المدينة فأتمت تدميرها . وكان علو هذه الموجات ٦٠ قدماً في نسيبونه و ٣٠ قدماً في قادس و ١٨ قدماً في جزائر مديراً وخمس اقدام على شواطئ رلندا

٢ - وحدثت زلزلة في اليابان سنة ١٨٥٤ تبعتها موجة عظيمة علوها ٣ قدما طغت على سيمورا فمحتها من عالم الوجود . وكان مركز الزلزال في جزيرة نيبون ، من تاصىء اليابان ولكن آثار الموجة البحرية تسرى بها الى جزيرة سيكو . عبرت لاقيا نرس اليابس فكب شمسها في اقدم مستودعها في سيكو

٣ - وحدثت زلزلة في سنة ١٨٦١ هزت شاطئ بربره هزاً وكان

مركزها قريباً فمقبتها بعد خمس دقائق موجة علوها ٦٠ قدماً احدثت تدويراً عظيماً على كل الشاطئ.

تجميع الطبقات الارضية

ان الافعال التي تنطوي تحت هذا الموضوع واسعة شاملة لجانب كبير من القارات ولكنها بطيئة لا تسترعي النظر . مع ذلك فهي من اهم العوامل البركانية التي تفعل في اعطاء القشرة الارضية شكلها وفي تغيير ذلك الشكل من زمن الى آخر لان حركات كهذه هي التي غيرت وكونت القارات وقاع البحار والادوية وسلاسل الجبال . ذلك لان البراكين والزلازل تحدث فجأة ولا تبقي اثرأ دائماً واسع النطاق . في تكوين سطح القشرة الارضية اما الحركات البطيئة التي يجمع القشرة الارضية تتفعل فعلاً مستمراً واسعاً في عصور طويلة متعاقبة وفعلها هذا هو الذي اعطى اتسره الارض شكلها الحالي

ارتفاع اليابسة وانخفاضها

اليابسة من الجانب الغربي من اليابان تنخفض رويداً رويداً حتى تغمرها مياه البحر ويحل محل الحقول شواطئ رملية . وفي جنوب بلاد السويد انخفضت الارض في العصور الحديثة اذ ليس من النادر أن تحدث تحت الماء آثار شوارع ويوت ، والشاطئ الغربي من جزيرة جرينلاند الى مدى ٦٠٠ ميل آخذ في الانخفاض ايضاً وما كان ييوتا يسكنها الناس

صار مغموراً بآبياه البحر الآن. وأقوى الأدلة على انخفاض الأرض في بلدان مختلفة وجود غابات وحراج ومستنقعات بيت (القهم الأخضر) تحت سطح الماء وهذه لا بد أن يكون نباتها قد تجمع على اليابسة ثم انخفضت اليابسة رويداً رويداً حتى غمرتها المياه. وأما الأدلة التي يقدمها العلماء على أن الجانب الغربي من أوروبا انخفض وغمرته المياه فهو أن الأودية التي على اليابسة تراها مستمرة من غير انقطاع تحت الماء، وهذه الأودية حفرتها المجاري والجدول والأنهر وعمقها تحت الماء يدل على مقدار انخفاض الأرض. هذا من جهة ومن جهة ومن جهة أخرى نجد الأرض في أماكن أخرى ترتفع وأشهر الأمثلة على ذلك شواطئ خليج بوثنيا إلى شمال بحر البلطيق فقد ثبت أن قرب مدينة استوكهولم عاصمة اسوج كان متوسط الارتفاع بين سنة ١٧٧٤ وسنة ١٨٧٥ نحو ٤٨ سنتيمتراً في قرن كامل. وقد ارتفع الجانب الغربي من اسوج الذي يحده مضيق سكاغراك ٣ سنتيمتراً في خمسين سنة بين سنة ١٨٤٠ وسنة ١٨٧٠ وذلك بمتوسط ٦٠ سنتيمتراً أو نحو مترين في القرن. وقد لاحظ الباحثون أن جهات البحيرات كـ "تاتولايت" واحدة وكندا أخذت في الميل إلى الجنوب ريثما يتوسطها في القرن. فإذا استمر هذا الانخفاض على هذا النحو فستكون البحيرات مغمورة في غضون بضعة قرون. وقد لاحظ الباحثون أن جهات البحيرات كـ "تاتولايت" واحدة وكندا أخذت في الميل إلى الجنوب ريثما يتوسطها في القرن. فإذا استمر هذا الانخفاض على هذا النحو فستكون البحيرات مغمورة في غضون بضعة قرون.

- أسباب ذلك - لا تزال اسباب هذه الحركات - الارتفاع والانخفاض - غير معروفة على وجه من التدقيق فقد ينجم الارتفاع عن ارتفاع مقدار كبير من مواد المصهوره وتمدده . وقد ينجم الانخفاض عن تقلص هذه المواد او تصرفها الى كهف مجاور في قلب الارض . أضف الى ذلك ان الكرة الارضية لا تزال تتقلص وان هذا التقلص يحدث ارتفاعا هنا وانخفاضاً هناك

تسكون سلاسل الجبال

تطلق لفظة جبل على كل مرتفع ظاهر فوق سطح الارض بالغا علوه ما بلغ وكانت الطريقة التي كون بها ما كانت . فقد نجد قمة أو سلسلة من القمم كونت بفعل الماء في حفر الارض وتخديدها أو من تجمع طبقات متراكمة من حمم البراكين أو من تجمع قشرة الارض أو غير ذلك من الاسباب

والجبال اما قمة واحدة أو سلسلة من القمم يطلق عليها الافرنج كلمات مختلفة تعني كلها سلسلة . وللدلالة على ذلك نقول ان جملة قمم تسكون سلسلة جبال من الدرجة الاولى وجملة سلاسل من الدرجة الاولى تكون سلسلة من الدرجة الثانية وجملة سلاسل من الدرجة الثانية تكون سلسلة من الدرجة الثالثة أو نظاماً من الجبال

فلسلسلة الجبال من الدرجة الثالثة تتألف من جملة سلاسل متوازية في بقعة واحدة كونت كل سلسلة منها في زمن طويل يختلف عن زمن تكون السلسلة الاخرى. فجبال الالب وجبال الحملايا مثلان على ذلك وسلسلة الجبال من الدرجة الثانية هي جزء من السلسلة السابقة وتتكون في اثناء حدث ارضي واحد مهما استغرق ذلك الحدث من الزمن وسلسلة الجبال الثانية تقسم الى اجزاء أصغر كونتها افعال الماء في حفر الارض ونحديدها

فسلاسل الجبال من الدرجة الثالثة يفصل بينها احواض الانهر الكبيرة . وسلاسل الجبال من الدرجة الثانية تفصل بينها أودية عميقة . وسلاسل الجبال من الدرجة الاولى والقمم تفصل بينها الخوانق والمضايق

فكل بحث يتناول تكون الجبال يجب ان يتناول سلاسل الجبال من الدرجة الثانية لان سلاسل الجبال من الدرجة الثالثة مجموع من سلاسل الجبال الثانية . وسلاسل الجبال الاولى والقمم تتكون من الثانية بعض المرات كما تقدم

هدرد سطح الارض الآن واستقر متوسط حرارته على درجة تكاد تحسب ثابتة زلزلة زلزلة غير اخذ في التقلص تقلصاً ذا اثر . ولكن بعض لايزال حاراً وهو اخذ في البرد في التقلص رآثر هذا التقلص في

باطن الارض ان يجعل قشرة الارض تتجمد بقوه عظيمة فتطبق الطبقات بعضها على بعض فترفع هنا جبالا وتكون بين الجبال اودية فهذه التجمعات التي نتحدث كذلك هي سلاسل الجبال من الدرجة الثانية وسلاسل الجبال من هذا النوع تكون مؤلفة دائما من طبقات منضدة كثيفة تجمعت وتكسرت وتشققت بفعل تقلص باطن الارض وقد يستمر فعل تكوين سلسلة من الجبال قرونا متطاولة الا ان الجبال متى اخذت ترتفع رويدا رويدا تشرع العوامل المائية والجوية تفعل فعلها فيها فتحفرها وتحددها وتم تكوينها على انه مما لا شك فيه ان كل سلاسل الجبال كانت قبل تكوينها مغمورة بالماء وعلى ذلك أدلة جولوجية كثيرة اشهرها وجود متحجرات الاسماك على رؤوس والجبال كما وجد العالم ودورد الانجليزي كثيرا من متحجرات الاسماك على قمم جبال لبنان

تكوين القارات والمحيطات

كانت اليابسة قشرة تغطي الكرة الارضية كلها ثم دنا من الارض جرم كبير فجذبها فارتفع جانب من هذه القشرة وانفصل عنها واستدار فكان القمر وكان انفصاله حيث الاقيانوس الباسفيكي الآن في رأى بعض العلماء فأجتمعت المياه محله ونزحت عن سائر القشرة اليابسة ولما

انفصل الجزء الذى تكون منه القمر وهو قرب خط الاستواء انشقت.
القشرة عند القطبين ثم تشققت وبعد بعضها عن بعض فكان منها
آسيا واروبا وافريقية من جهة وامريكا الشمالية والجنوبية من جهة اخرى
والجزائر كبيرها وصغيرها

والقارات طافيات كلها على مادة مائعة حسب رأى الاستاذ فغتر
وهي تتحرك. والمياه التى كانت تغطى اليابسة ملأت الشقوق الكبيرة
فيها فتكونت الاقيانوسات والبحار

العوامل الكيماوية

مر بنا ان للهواء فعلاً ميكانيكياً فى تفتيت الصخور وفعلاً كيماوياً
وهو اتحاد ثانى اكسيد الكربون والبخار المائى فى الهواء بمواد الصخور
الجيرية . كذلك اتحاد الاكسجين ببعض الصخور التى تحتوى على الحديد
فيعيبها الصدأ ويمهد السبيل لتفتيتها

كذلك مر معنا ان لانواع العوامل المائية فعلاً ميكانيكياً وآخر
بعضاً فلياه التى تغور تحت الارض تذيب كثيراً من المواد الكيماوية
تتسبب بها تآكلها او تكون ينابيع معدنية تستعمل طبيياً او فى غير ذلك
من الامور لدرجة او العضوية فعلاً كيماوياً . فتكوين المرجان
من كبريتات الكالسيوم من اثاره - بيرانات المرجان تمتص من الماء المواد

التي تبنى بها بيوتها ثم تفرزها فتتجمد بفعل كيميائي وهي ما تتألف منه
الصخور والجزائر المرجانية
وتحت هذا البحث ينطوى تكون ينابيع البترول ومناجم الفحم على
أنواعه والرواسب القطرانية



الجيولوجيا التاريخية

يقسم علم طبقات الارض عادة الى ثلاثة اقسام . —
الاول يعالج الارض من ناحية بنائها - وهو القسم الذى المسند
باصوله في فصلى « الكرة الارضية » و « الصخور » . وهما كما رأيت
يعرضان للارض من حيث هى ، لشكلها وحركتها وغلافها الهوائي والمائي
وقشرتها وباطنها ثم للصخور التى تتركب منها القشرة وانواعها
والثاني يعالج الارض من ناحية ما يطرأ على بنائها من التغير - وهو
القسم الذى اتينا على آماره في فصلى « العوامل الخارجية » و « العوامل
الداخلية » — وفيهما بسطنا العوامل الخارجية التى تهدم قشرة الارض
هنا وتبنيها هناك من هواء وماء ، وزلازل وبراكين ، ونبات وحيوان
وانسان

اما القسم الثالث فيعالج تكوين الارض وطبقات قشرتها من
حيث تاريخها - وهو موضوع ما بقى من هذا الكتاب . وكلمة السرفي
الجيولوجيا تاريخية هى التغير - سواء في ذلك التركيب الطبيعى او
بنفس الاجسام الحية

تتقى الناحية الطبيعية يرى العلماء الآن ان الكرة الارضية كانت

اصلاً غازاً سديماً مازال بتحول حتى أصبح كرة مائعة ثم بردت مادة
الكرة المائعة فأصبح لها قشرة متماسكة الاجزاء يحيط بها غلاف هوائي
ثم استنزلت من هذا الغلاف الهوائي ماء ملاً الاغوار الاودية
فالزمن الجولوجي يبدأ لما وقعت الكرة الارضية ككرة عن
التحول — ولكن لما بدأ الهواء والمطر فعلهما المتواصل في تفتيت ما
ارتفع من قشرة الارض وجرفه وترسيبه في المنخفضات . يضاف الى
ذلك آثار التقلص في جوف الارض على ما مرّ بنا في فصل « العوامل
الداخلية »

وعدم استقرار قشرة الارض على حال واحدة في العصور
المتعاقبة كان ذا اثر عظيم في تغيير الاحوال التي تعيش فيها النباتات
والحيوانات — واكثر هذا التغير كان يقع للاحياء البرية واقله للاحياء
المائية ، لان تقلب الاحوال على اليابسة اشد منه في الماء
ويكاد يكون في حكم المثلث عند العلماء ان الحياة بدأت اولاً في البحار
اذ أصبحت مؤاتية للحياة فارقت اسكال الاحياء البحرية وتعددت
بالتطور والتنوع الى ان نشأت الفصيلة التي تطورت منها الاسماك وتم
خرجت حيوانات هذه الفصيلة من البحر الى النهر وهناك تطورت الى
اصناف الاسماك النهرية التي يوجد منها آثار متحجرة عديدة . ولكن
الانهار لا تؤمن لانها تعتمد على الامطار في جو رطب مصدراً لمياهها ،

وعليه فوجئت هذه الاسماك في اماكن بجفاف النهر فاذا هي على أرض يابسة فماتت الى ان نشأ منها نوع ملائم للحياة على اليابسة وهكذا انتقلت الحياة من الماء الى اليابسة . وعلى اليابسة بدأت الحياة سيرها في خلال العصور الطويلة تتحول وتتطور آنا تصيب نجاحاً في خلق الانواع الجديدة وآنا يكون نصيبها الاخفاق الى ان بلغت ذروتها في الانسان

مدى الزمن الجولوجي

كان قياس طول الزمن الجولوجي غاية تمحدي اليها الر كائب في القرن الماضي . قال هتن من أعلام هذا العلم فيما كتبه عن جولوجية اسكتلندا « لم أجد اثراً لبداية ولا سبيلاً الى النهاية »

(التمهيد والترسيب) آراء العلماء في تقدير عمر الارض الجولوجي متباينة . فاذا بنوا تقديرهم على سرعة تمهيد الارض في أحواض الانهار ذهبوا الى ان مدى الزمن الجولوجي يقدر بنحو مائة مليون سنة او تزيد . واذا بنوه على تقدير الزمن الذي اقتضاه فعل ترسيب الطبقات الرسابة بلغ نحو مائة مليون سنة كذلك . ولكن بناء التقدير في هاتين الحبتين معرض للخطأ ولا يزيد عن حزر له شيء من الاساس ، لان سرعة الترسب قد تختلف باختلاف العصور واختلاف الاحوال التي يحدث فيها مبدان التفاعل

رغم ذلك لا يمكن ان نأخذ من هذه البحوث ما كان في بدء التكوين

عذبة وان كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) المحلول فيها الآن جاءها من صخور الغلاف اليابس (الليثوسفير) وقد مضى زمن على علماء لوجولوجيا وهم معنيون بتقدير عمر البحار والمحيطات من مقدار ماتحملة لانهار الى البحار من الملح . والظاهر أن هذا المقدار ثابت نوعاً لا يتغير كثيراً زيادة أو نقصاً . ثم في المستطاع تقدير الملح المحلول الآن في مياه البحار . فاذا افترضنا ان الانهار في العصور الحالية كانت تضيف الملح الى مياه البحار بمتوسط ماتضيفه الآن ، أمكننا أن نقدر الزمن الذي انقضى منذ كانت مياه البحار عذبة حتى صارت تحتوي من الملح على المقدار الذي تحتوي عليه الآن

وكان العالم هلي (مكتشف مذهب هلي) اول من اقترح قياس عمر لبحار بهذه الطريقة سنة ١٧١٥ ولكن انقضى نحو قرنين قبلما جمعت معلومات وحقائق كافية تمكن الباحثين من عمل تقدير له اساس علمي مقبول . ففي سنة ١٨٩٩ عمل العالم الطبيعي الارلندي جولي (Joly) تقديره على الاساس المتقدم فقال ان عمر المحيطات والبحار يبلغ ٩٧ . ٠٠٠ . ٠٠٠ مليون سنة . ثم قدر غيره من العلماء عمر البحار بالطريقة نفسها فكانت النتيجة حوالي ١٠٠ . ٠٠٠ . ٠٠٠ سنة

(النباتات والحيوانات) في طبقات الصخور حفريات وآثار متحجرة للنباتات والحيوانات . والآثار التي تحتوي عليها الطبقات

القديمة شديدة الاختلاف عن الآثار التي تحتوي عليها الطبقات الحديثة التكوين . ومعلوم ان تطوّر الاحياء من البسيط الى المركب عمل بطيء كل البطء فتاريخ تطوّر الاحياء كما يبدو من مطالعة آثاره في طبقات الصخور الراسبة يحتاج الى زمن طويل ليتم هذا التطور فيه من ادنى الاحياء الى اعلاها . لذلك لما قدر عمر الارض بنحو مائة مليون سنة قليل ان علماء الاحياء لم يرضوا عنها لأنها لا تكفي لعمل التطور البطيء الذي تم في الاحياء

(العناصر المشعة) فكان الخروج من المأزق لما اكتشف ان العناصر المشعة يمكن ان تستعمل لتقدير عمر الارض الجولوجي تقديرًا قريبًا من الدقة ذلك ان الراديوم ، مثلاً يتحول الى شيء ليس براديوم ، بعد انتهاء اشعاعه ، فلنسم هذا الشيء نقاية الراديوم . فاذا اخذت جرامًا من الراديوم الصافي تحول نصفه في اثناء ١٦٠٠ سنة من راديوم صاف الى نقاية الراديوم . وبعد ١٦٠٠ سنة اخرى يتحول نصف الباقي من الراديوم من راديوم صاف الى نقاية راديوم . اى بعد ٣٢٠٠ سنة يصبح جرام الراديوم ربه راديوم صاف وثلاثة ارباعه نقاية راديوم

نجد طينًا صخرًا فيه قدر من الراديوم ونقايته امكنا ان نعين الزمن الذى انقضى على الصخر حتى اصبحت نسبة الراديوم الى نقايته كما هي وما يدور عن الراديوم يعلم عن العناصر المشعة الاخرى

وبتحليل الصخور التي فيها العناصر المشعة ، على الاساس المذكور ،
قدر عمر الارض بنحو ١٥٠٠ مليون سنة ، يجب ان يضاف اليها الزمن
الذي استغرقته قبلما تجمدت

على كل يرى علماء الجولوجيا ان عمر الارض الجولوجي أو مدى
الزمن الجولوجي لا يقل عن خمسمائة مليون سنة (٥٠٠.٠٠٠.٠٠٠)

التابع الجولوجي

قلنا ان الجولوجيا تاريخ والطبقات المنضدة هي صفحات ذلك التاريخ
فاذا شئنا استنطاق الصخور المنضدة لنستخرج منها تاريخا وجب ان نرتبها
بحسب قدمها . هذه غاية الجولوجي وهي مزدوجة (١) ان يرتب هذه
الطبقات من اسفلها الى اعلاها بحسب قدمها (٢) ان يجعلها طوائف
طوائف تجمع بين كل طائفة منها مميزات عامة تميزها عن غيرها . اى
عليه ان يجد اولا تتابعها الزمني ثم يقسمها ازمنا وعصورا

وواضح من رسوب المواد انه لو بقيت جميع الطبقات المنضدة
مستوية لكان ترتيبها بحسب قدمها سهلا ولكن اسفلها اقدمها واعلاها
احدثها . على ان الطبقات في اكثر الاماكن اصابتها قوى الارض المختلفة
فتجمدت وتكسرت وتشققت وتفتتت وحرفت وتغطت هنا بالحراج

وهناك بالآتربة على اختلافها واختلاف اعماقها . ومما زاد في الطين بلة انك لا تجد كل الطبقات في كل الامكنة . فقد تجد طبقة ظاهرة على سطح الارض في بقعة من البقاع يعود تاريخها الى اقدم العصور لان كل الطبقات التي رسبت فوقها قد حفرت وجرفت . وتجد الطبقة العليا في مكان آخر مجاور لهذا المكان حديثة التكوين . ولذلك ترى انه لا بد للجيولوجي من درس جميع الطبقات التي يستطيع درسا موازنة احداها بالآخرى وترتيبها بحسب قدمها . وفي ذلك له طريقتان الاولى المقابلة بين الصخور التي تتألف منها والثانية المقابلة بين آثارها المتحجرة فيها . فبحسب الطريقة الاولى مثلا نعرف ان الصخور الرملية تكونت كلها في زمن واحد ومثلها الصخور الرملية الجيرية والصخور الصلصالية ولكن هذه الطريقة تصح على ما يقع في بلدان متجاورة فالصخور الرملية في بقعتين متجاورتين لا شك كونت في عصر واحد . ولكن ذلك لا يثبت ان الصخور الرملية في جوار نيويورك مثلا كونت في العصر الذي كونت فيه الصخور الرملية على شواطئ لبنان . فيلزم اذا ضبطت الطريقة الاولى باستعمال النظرية الثانية وهي موازنة الآثار المتحجرة في الطبقات الصخرية

فذا سار الجيولوجي على هذه المبادئ استطاع ان يضع ترتيبا عاما لاهبطات الصخرية ولذا يتم هذا الترتيب الا عند ما تدرس الطبقات الصخرية من ناحية زمنية لا من ناحية مكانية . فكل انحاء الارض عامرها وغامرها

(قانون تعاقب الطبقات) وقانون تعاقب الطبقات يقضى بان كل طبقة من طبقات الصخور الراسبة احدث تكويناً من الطبقة التي تحتها . وهو يشمل الطبقات المستوية والمائلة والمجعدة

امام يختص منها بالصخور النارية فينظر في طبقات الصخر التي يلاصقها الصخر الناري لمعرفة قدم الاخير . فاذا قطع صخر ناري صخراً آخر فالقاطع احدث من المقطوع . فالسدود احدث تكوناً من الصخور التي تقطعها . واذا قطع صخوراً راسبة فهو احدث من الصخور الراسبة . واللابة ، بحكم الطبع ، احدث تكوناً من الصخور التي جرت عليها الحفريات والآثار المتحجرة

لا يكمل الكلام في الجولوجيا كتاريخ مهما يكن موجزاً اذا خلا من الكلام في ما في الطبقات الجولوجية المنضدة من آثار النباتات والحيوانات . فان هذه الآثار دليل الجولوجي وابلغ ما كتب في سفر الطبيعة لا ريب ان كل قارئ لاحظ آثار نباتات او حيوانات في طبقات صخرية . هذه الآثار تهتم الجولوجي لانها تطلع على الاحوال التي كانت تعيش فيها هذه الاحياء . فمن الحقائق الاساسية في علم طبقات الارض ان الصخور المنضدة اتربة راسبة تحجرت في البحار او البحيرات او الخليجان او الانهار . وفي تلك الازمنة المتغلغلة في القدم كما في هذا الزمان كانت الحيوانات الصدفية تعيش في البحار فتقذفها امواجه الى الشاطئ

وكانت اليابسة مغطاة بالنباتات المختلفة والحيوانات تسرح على سطحها وتمرح فكانت الجداول والأنهار تجرف معها الأوراق والأغصان والجذوع وجثث الحيوانات وتدفنها في التربة التي تحملها معها . فهذه الآثار من الكائنات الحية حفظت من غير تغيير تقريباً بين الطبقات الراسبة من ذلك الحين إلى هذا الزمن . وتختلف درجات هذا الحفظ باختلاف الزمان والمكان والمادة والكائن نفسه . فقد تحفظ المادة الطرية التي يتركب منها جسم الحيوان وهذا نادر وقد تحفظ أصدافه أو هيكله وهو الغالب . أما حفظ المادة الطرية فأمثلته نادرة . ولعل أشهرها جسم حيوان الماموث كما حفظ في جليد سيبيريا عصوراً طويلة . وقد بلغ هذا الحفظ درجة أغرت الكلاب بالهجوم عليه

وفي كثير من الأحيان لا يوجد الهيكل متحجراً كاملاً بدقائه بل يوجد أثر الشكل الظاهر مطبوعاً في الحجر كأن الصخر قالب لذلك الكائن بخط شكله الخارجي فقط

قيل أن هكسلي كان في بدء حياته العلمية شديد الحذر في قبول مذهب أئمة دور فلما انتشر بالجيولوجيا ودرس الحفريات والآثار المتحجرة تدريجاً ارتفعه إلى حياة صار من أعظم أنصار النشوء فقال « لو لم يستنبط المسحور لوجب شيء من الآثار المتحجرة أن يستنبطه لتأويل

فالحفريات والآثار المتحجرة هي بقايا الاحياء البائدة في
المصور الجولوجية القديمة محفوظة في طبقات الصخور . فهذه
الطبقات هي مدافن تحتوى على اثار سلالات الاحياء التى تصل
الماضي بالحاضر - وقد قال المعرى « ما اظن اديم الارض الا من هذه
الاجساد » وقال بيرون « التراب الذى نطأه كان حياً من قبل »

(كيف تحفظ هذه الآثار) كل جسم حيوان او نبات ميت ، اذا
تعرض مكشوفاً لحرارة فوق درجة الجمد ، تهجمه احياء مكرسكوية
كالفطريات والبكتيريا وغيرها فتحله فيتلاشى من دون ان يترك اثرأ .
يساعدها في ذلك وجود اكسجين الهواء . وبكلمة ان افراد قبائل النبات
والحيوان تتلاشى بفعل الاحياء الاخرى التى تحتوى عليها الغلافان المائي
والهوائي

ولا سبيل لحي ما الى البقاء الا اذا تغطى ساعة موته بطبقة من
النفث الراسب ، وحينئذ لا يحفظ فيه الا شكل هيكله الخارجى . فالتلاشى
هو القاعدة فى مصير الحيوانات الرخوة . اما اذا كانت ذات هياكل صلبة
كعظام الحيوانات الفقرية واصداف بعض الحيوانات البحرية فحفظها يتوقف
على طبيعة الراسب وفعل الماء الكيماي فيها

لذلك يحتمل حفظ الحيوانات البحرية فى طبقات الرواسب اكثر
من احتمال حفظ الحيوانات البرية ، لان هذه الحيوانات لا بد من

جرفها بواسطة المياه العذبة الى مكان على انشطاطىء حتى يتاح لها ان ترسب مع الراسب الترابى فتحفظ فيه . واذا فالبحت عن الآثار المتحجرة يجب ان يتم فى الطبقات البحرية الجيرية لان الجير يساعد على حفظ اجزاء الحيوانات الصلبة . ومن الطبقات التى يحتمل وجود آثار متحجرة فيها الطبقات التى تحوى رماد البراكين . فانه لى انطلاقة من فوهات البراكين يرتفع فى الهواء ثم يحمله الهواء مسافات تطول او تقصر ثم يرسب فيطمر الاحياء التى يرسب فوقها

— (انواع الحفريات) — ١ — يندر فى آثار الاحياء البائدة الاحتفاظ بجسم الحيوان صلبه وطريه على السواء . واشهر الامثلة على ذلك الماموث الذى وجد فى سيبيريا فى طبقات من الحصى المتجمد وليس الغريب ان يحفظ جلده وعظمه . ولكن الغراب ان يحفظ لحمه كذلك . وتعليه طمره بمادة مجلدة منع سريان الفساد الى اللحم فلم ينحل . وقد حفظت حشرات كثيرة ، صلبها وطريها ، لانها دفنت فى صمغ شجرة طمرت بعدئذ . وقد وجدت على ضفاف نهر البلطيق آثار اشجار — من هذه الاشجار — مدفونة ويرجع تاريخها الى قبل ثمانية ملايين سنة ٢ — قد يحفظ الجزء الصلب من الحيوان ويندر الجزء الطرى .

والمنتهى كثيرة من 'مخبر' الحديثة التكوين من الاصداف والحيوانات المائية

٣ — التحجر ويقصد به ان تتغلغل ذرات صلبة الى أعضاء الكائن المدفون فتحل محلها ذرة فذرة ، وتتشكل بشكلها فتندثر مادة الحيوان العضوية وانما تحل محلها وتفرغ في قالبها مادة صخرية صلبة . وامثلة ذلك كثيرة في الصخور القديمة . وفي الغالب لا بد لهذا التحجر من ماء يحتوى على مادة معدنية محلوله فيه

٤ — اذا وقع حيوان على طبقة طرية من الطين طبع اثره عليها ثم اذا حدث ما ازاله قبل دفنه بقي اثره كانه قاب

قيمة دراسة الحفريات

الحفريات دليل الجولوجي واباغ ما كتب في سفر الطبيعة فهي تبين للباحث (١) سير التطور العضوي في الاحياء على مدى الاحقاب وتوزعها الجغرافي (٢) تعاقب العصور الجولوجية فكل عصر له حفريات تميزه عن غيره (٣) طبيعة البيئة التي عاشت فيها الاحياء التي توجد حفرياتها في الطبقات ، وهل كانت من الاحياء المائية او البرية

تقسيم الزمن الجولوجي

(١) الحقب (المفرد حقبة او حقب) Eras

هي اكبر اقسام الزمن الجولوجي . واذا كان تاريخ الارض الجولوجي كتابا فالحقب فصوله والحقبة الجولوجية تختلف عن الاخرى بطبيعة الاحياء

التي عاشت فيها في الماضي وتركت اثارها وحفرياتها في مكوناتها
الصخرية وبنوع الصخور كذلك

فئة الحقة الاركية (اي حقة الحياة البدائية)

والحقة الباليوزوية (اي حقة الحياة القديمة)

والحقة المسوزوية (اي حقة الحياة المتوسطة)

والحقة الكاينوزوية (اي حقة الحياة الحديثة)

والحقة السيكونوزوية (اي حقة الحياة العاقله وهي حقة الحياة
التي نعيش فيها)

ويضع بعض العلماء حقة بين الاولى والثانية يدعونها الحقة
البروتروزوية (اي حقة الاحياء الاولى المعروفة) ولا يعترف بعضهم
بوجود حقة الحياة العاقله اي الاخيرة - ويحسبون حقة الحياة الحديثة
تمتد الى عصرنا

والفاصل بين الحقب المختلفة حوادث طبيعية جسام في التكون
الجغرافي واحوال الاقليم تنبع منها تطور عظيم في اشكال الاحياء وطبائعها

(٢) وكل حقة تنقسم الى ادوار (المفرد دور) Periods ولكن
العلماء لا يستطيعون حتى الآن ان يضعوا تعريفاً فاصلاً في الفروق الطبيعية
والعضوية الواضحة التي تميز دوراً عند دور في الحقيقة الواحدة

حقبة الحياة المتوسطة تقسم الى ثلاثة ادوار هي الدور الترياسي والدور الجوري والدور الكريتاسي مرتبة بحسب قدمها. والاول يمتاز بظهور حيوانات الدينوسور والثدييات الزاحفة. والثاني بظهور الطيور الاولى ذوات الاسنان والتنانين الطائرة والثالث بانقراض الدينوسور وتخصص الزواحف وظهور حيوانات الطائفة المقدمة (Primates) من الثدييات. وقد تقسم الادوار الى اقسام اصغر تعرف باسم ازمان (المفرد زمن) epochs

ويُلخص تقسيم الزمن الجولوجي فيما يلي :

من القديم

قبل الزمن الجولوجي

حقبة الحياة البدائية (الحقبة الاركية)

الاوزركي والكمبري

الاوردوفيكي أو الشامبليني

السلوري

الدفوني

الميسيباني

الكربوني

البنسلفاني

البرمي

حقبة الحياة القديمة

او

الحقبة الباليوزوية

الادوار

حقبة الحياة المتوسطة :	{ الترياسي
او	{ الادوار { الجوري
الحقبة المسوزية	{ الكريتاسي { وبعضهم يقسمه الى دورين
} حقبة الحياة الحديثة .	{ الايوسين او مبتدى الحداثة
	{ اوليجوسين او قليل الحداثة
	{ الادوار { الميوسين او متوسط الحداثة
	{ البليوسين او كثير الحداثة
	{ البليستوسين او الجليدى

الى الحديث حقبة الانسان (الحقبة السيكلوزوية)
 وحقبة الحياة الحديثة وما يليها هي الحقبة التي يكثر ذكر ادوارها حين
 الكلام في اصل الانسان وقدمه

هذا من ناحية تقسيم الزمن الجولوجي . يقابله تقسيم آخر للحياة
 التي كانت حية متغلبة في كل منها ويعرف كل قسم منها باسم عصر الاحياء
 الغالبة فيها . فحقبة الحياة الحديثة هي عصر الثدييات والنباتات المزهرة .
 وحقبة الحياة المتوسطة عصر الزواحف لانها الحيوانات المتغلبة في تلك الحقبة .
 وحقبة الحياة القديمة هي اقدم ادوارها عصر الحيوانات عديمة الفقار ثم

تغلبت فيها الاسماك ثم نشأت القواذب وهي الحيوانات التي تعيش في الماء وعلى اليابسة (البرمائية)

والكل دور من كل حقبة طبقات خاصة من الصخور يتميز بها
تعرف بالتكوين الجيولوجية Geological Formations

الحقبة الجولجية

الارض قبل الحقبة الجولوجية

(مكان الارض في الكون) - الارض سيار يدور حول الشمس يعرف هو وسائر السيارات والنجمات والمذنبات التي تدور حولها بالنظام الشمسى او المجموعة الشمسية . والمجموعة الشمسية جزء من مجموعة كبيرة من النجوم والسدم (nebulae) تعرف بالمجرة . الى هنا انتهى بحث علماء الفلك في درس الكون النجمي (stellar universe) في القرن الماضى ولكن المباحث الجديدة - في اواخر القرن الماضى وما انقضى من هذا القرن - اسفرت عن ان المجرة اشبه شىء بجزيرة كبيرة في بحر هذا الفضاء وان ثمة جزائر اخرى اصغر منها منتثرة في رحابه تماثلها شكلا وتكويننا دعيّت بالعوالم الجزرية (Island universes)

وهذه العوالم كلها متفرقة في فضاء رحب معظمه خواء بينها فالضوء يسير بسرعة في ١٨٦ الف ميل في الثانية ولكن اقرب النجوم الى شمسننا - الفا قنطورس - تبعد عنها مسافة لا يقطعها الضوء الا في نحو اربع سنوات واثمه اسهر . فالمسافة التي يقطعها الضوء في سنه سائر ا

٢٠

سنة ضوئية . واقرب العوالم الجزرية الى المجرة يبعد عنها نحو ٨٠٠ ألف سنة ضوئية

(- اصل الارض ونشوء النظام الشمسي)- في القرن الثامن عشر تصور سويدينرج وكانط قطعة سديمية آخذة في التقلص وقالابان السيارات نشأت منها بالانفصال عنها فبقيت كتلتها المركزية وهي الشمس . على ان يوفون العالم الفرنسي ذهب الى ان النظام الشمسي نشأ من اصطدام حدث اتفاقا بين الشمس ومذنب كبير فخالفه لابلاس العالم الرياضى الفرنسي . لانه حسب وقوع اصطدام كهذا بعيد الاحتمال . ومن البحث في هذا اخرج لابلاس في آخر القرن الثامن عشر اول تعليل علمى لنشوء النظام الشمسي يعرف برأى لابلاى السديمى (Nebular Hyrothesis) فتصور ان قطعة سديمية آخذة في الدوران وانها في اثناء دورانها تتسطح عند قطبيها ، ثم تأخذ في التقلص ، وتقلصها يزيد سرعة دورانها : واذ تبلغ سرعة الدوران حدا معيناً يتعذر التماسك بين اجزائها فتنتقل من مادتها حلقات وهذه الحلقات تتقاص بدورها فتنشأ منها السيارات

فمعظم الاقوال على هذا الرأى . وظل زمننا الرأى السائد . ولكن الاعترافات العامة الموجهة اليه ما زالت تتجمع ، حتى اصبح محتمل ظهور مذهب آخر يعلل اسوء النظام الشمسي لابلا اوفى

وأما مع نسبة المذنب الى المذنب .

ومؤداه أن الشمس وهي في حالتها الغازية الاولى صادفت في سيرها الفضائي شمساً أخرى فاحدثت فيهما مداً في مادتهما فتمزقت وانطلقت منها اذرع طويلة مكونة من دقائق تجمعت وتكونت منها السيارات . ثم اضاف الله الى الانكليزي جينز الى هذا المذهب اضافات عظيمة الشأن تدور بوجه خاص حول المادة التي انطلقت من مادة الشمس بفعل الشمس الجاذبة وكيف تقلصت حتى نشأت منها السيارات . وهو المذهب المعول عليه الآن - (الزمن السابق للحياة) - لما تكونت قشرة الارض انتهى ذلك الفصل في تاريخ الكرة الارضية الذي يصح ان ندعوه بالفصل الكوني وبدأ الفصل الجولوجي . ولكن العلماء لم يوفقوا الى العثور على شيء من القشرة الاولى ولا كشفوا شيئاً من الصخور التي كانت فوقها . واذا فلا بد من عمل حساب لحقبة طويلة من الدهر انقضت بين الفصل الكوني في تاريخ الارض وبداية اول الفصول الجولوجية المعروف بالحقبة البدائية . وهذه الحقبة دعاها الاستاذ دانا الجولوجي الاميركي لحقبة عديمة الحياة Azoic وهي تبدأ بقشرة الارض الجرانيتية ويتبعها تكون الجبال والمحيطات

حقبة الحياة البدائية (الاركية)

(الصخر) ان صخر هذه الحقبة اقدم الصخور المعروفة . وهي في الحقيقة صخور صلبة ولذلك يستحيل ان تكون الصخور الاولى

لان التنضيد يقتضى تفتتاً وجرفاً قبل التنضيد . ومما تمتاز به انها تمت الى الصخور المتحولة بصلة شديدة اى انها صخور منضدة فملت بها الحرارة الى حد ما ففسدت بين المنضدة الصريحة التنضيد وبين النارية . وفيها يوجه تبر الحبد والغرافيت كما في السويد وحول بحيره سويريور بشمال الولايات المتحدة الاميركية وفي ولاية يوتا بالبلاد نفسها وطبقات الصخور الاركية عظيمة الكثافة . وكثافة الصخور المنضدة مقياس للزمن الذى انقضى على تكوينها . ويستدل من كثافتها ان تكوينها استغرق زمناً طويلاً جداً قد يعادل كل الزمن الذى اقتضاه تكوين طبقات الحقب التى فوقها

(الحياة) هل كان على سطح الارض احياء حينئذ . هذا سؤال خطير لا يستطيع الجولوجي ان يجيب عنه جواباً قاطعاً . ولكن لديه من الادلة ما يحمله على القول بوجود الاحياء في ذلك الزمن (اولا) يعلم ان تبر الحديد يتجمع الآن نتيجة لانحلال المواد العضوية . والراجع ان كان يتجمع كذلك في الازمنة المتوگلة في القدم (ثانياً) يجد الغرافيت - اصلب انواع الفحم قواماً وهو متحول منه - والفحم دليل قاطع على وجود الحياة (ثالثاً) الحجر الجيري اصله في الغالب - الآن - من مادة عسوية صدفية والراجع ان ذلك يصدق عليه في الازمنة الجولوجية القديمة

وقد وجد تبر الحديد والنفرايت وبعض اصناف الحجر الجيري في طبقات الحقبة الاركية

(الحفريات) فاذا بنينا حكمنا على ماتقدم قلنا ان الارض في هذه الحقبة كانت حافلة بالاحياء ولكن مانوع هذه الاحياء

هناك بعض حفريات قد تكون حفريات ادنى انواع الحيوان وقد دعاها بعضهم ايزوزون اى « حيوانات الفجر »

والخلاصة ان هناك ادلة تثبت وجود النبات وادلة ترجح وجود حيوانات من الرتب الدنيا في هذه الحقبة

حقبة الحياة القديمة (الباليوزوية)

وتعرف بالحقبة الاولى

(الصخور) صخور هذه الحقبة طينية اورملية في الغالب تتخللها في بعض الاماكن طبقات من الصخور الجيرية . وقد تحول معظم هذه الرواسب بفعل الحرارة والضغط الى اصناف من الصخور المتحولة مثل الاروداز والكواريسيت (Quartzite) على انها لا تزال في امركا الشمالية وتشرق اوربا اسم الى عتمة نافية طماتها وبنائها الاصلى

١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠

من القديم



الى الحديث

١ - الدور الكمبري

٢ - الاوردوفيني

٣ - الدور السيلوري

٤ - الدور الديفوني

٥ - الكربوني او الفحمي

٦ - البرمي

(انواع الحياة) اشهر الحيوانات التي كانت تعيش في بدء هذه الحقبة

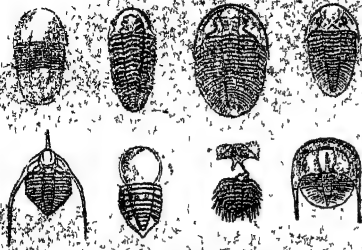
التربوليت (Tribolites) والجرابتوليت (Graptolites) والبراكيوبود

(اي ذراعية الارجل) Brachiorod

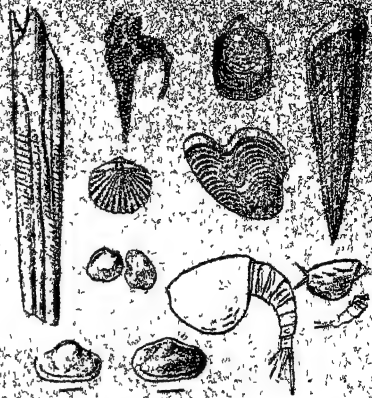
ليس في طبقات الحقبة أثر للاحياء الفقارية الا في طبقاتها العليا
اي الحديثة . وفي تتبع الحفريات من ادنى طبقاتها الى اعلاها اي من
اقدامها الى احداثها نلاحظ خلو الطبقات الحديثة من حيوانات التربوليت
وتلاشي حيوانات الجرابتوليت رويداً رويداً وتكاثر الذراعية
الأرجل وسيطرتها وظهور الاسماك وتكاثرها في الدورين السيلوري
والديفوني وظهور القواذب (اي الحيوانات الامفيبية التي تعيش في الماء وعلى
اليابسة) واولائل الزواحف في العصرين الكربوني والبرمي

اما اشهر النباتات فكانت النباتات الخمصة الزواحف (Cryptozams)

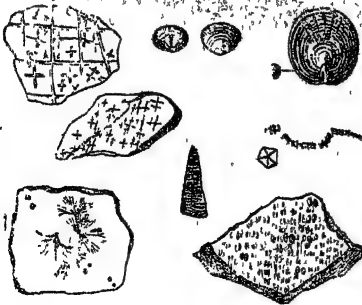
والسراخس والنباتات الكورق (Lycopodium) والنباتات السراخس



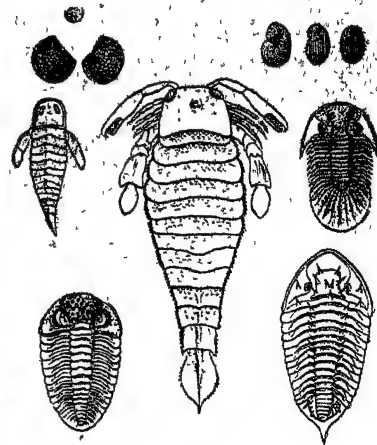
حفريات حيوانات الترياسيت
من الدور السلوري



طائفة من حفريات الدود البرمي



طائفة من حفريات الدور البرمي

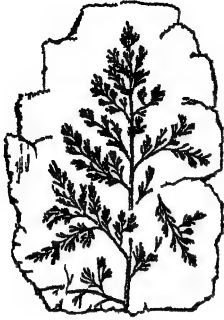


طائفة من حفريات الحيوانات القشرية
أو الصدفية من الدور الديفوني

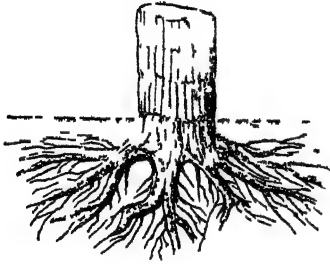
التي تعرف بالسيكاد (Cycads) والحقيقة التي يجب ان ترسخ في ذهن القاريء ان كثرة انواع الحياة وتعقيد بنائها بالنسبة الى الاحياء الاولية البسيطة يقتضى ظهور الحياة على الارض وتطورها قبل بدء الحقبة بزم من طويل (تكون الفحم الحجري) لا ريب في ان الفحم الحجري يرتد الى اصل نباتي فكل اجزاء القواصل بين اطباق الفحم مهما تنكرت للعين المجردة تبدى بناءها النباتي لعين المجهر

ولكن اذا سلمنا باصله النباتي فكيف نستطيع ان نعلل اصنافه المتباينة (١) فالفحم مركب من مادة تحترق واخرى لا تحترق - أى تظل بعد الاحتراق رمادا. والمادة التي تحترق من اصل عضوي. واما التي لا تحترق فن اصل معدني. فانق انواع هذه الطائفة يحتوى على ١ الى ٢ في المائة من الرماد. فاذا كان الفحم لا يحتوى على اكثر من ٥ في المائة رمادا قيل انه خـم نقي اوصاف. ولكن من اصناف هذه الطائفة ما يحتوى على مقدار يتباين من ١ الى ٩٩ في المائة من الرماد فاذا زاد الرماد على ١٠ في المائة قيل انه خم غير نقي وسببه رسوب 'الطين' مع النباتات لما طمرت قبل تفحيمها

(٢) قد يكون الفحم نقياً ولكنه غير كامل التفحيم وكال التفحيم او نقصه هن بـقدمه. واشهر الامثلة على ذلك « اللجنيت » و « الفحم الاسمر » (٣) ثم قد تختلف اصناف الفحم في مقدار ما تحتوى عليه من



حفريات نباتات سرخية من العصر الفحمي



حفريات نباتات فحمية اخرى

المواد لا يدرك بونية الطيارة فاذا كان صنف يحتوى على ١٠ الى ١٠٠ فى المائة من هذه المواد الطيارة دعي فحم انثراسيت وقد اشتهرت مناجم انكلترا بهذا بهذا الفحم . فاذا زادت عن ذلك دعى الفحم باسماء مختلفة

وسبب ذلك — ان المادة النباتية اذا انحلت بمعزل عن الهواء — اذا طمرت بالماء او الطمى مثلاً — فقدت جانباً من ماقها فى شكل غازات (ثانى اكسيد الكربون ، ماء ، وايتيلين) فالمقادير النسبية فى هذه الغازات التى تخرج من مكونات الفحم تعين صنف الفحم بين الاصناف المتقدمة وقد اختلف العلماء فى نظرهم الى تكوين الفحم . وانما يستخرج من كلامهم امور متفق عليها فتكاد تكون ثابتة من الوجهة العلمية

(١) ان النباتات تجمعت حيث كانت نابتة ، اى انها لم تنقل من مكان نباتها الى مكان آخر طمرت فيه . يدل على ذلك ان الصلصل الذى تحت طبقات الفحم يحتوى على جذوع النباتات وجذورها مغروسة فيه وقد تفحمت

(٢) ان النباتات تجمعت فى مستنقع يدل على ذلك ان معظم النباتات الفحمية نباتات مستنقيات

اما هذه النباتات فاشهرها النباتات السرخسية (ferns) والنباتات الكوزية امثال (Cycads و Conifers) وهى الآن من نباتات المناطق الاستوائية وما يجاورها . وكانت الاشجار الدائمة الاخضر اى غالبية فى الحراج

وتماثل في علوها الاشجار الصنوبرية في هذا العصر

(٣) حفظ المادة النباتية كما هي ولو لم تكن مغسولة بالماء لالتحلت وبادت

تكون الفحم — بعد عرض الحقائق المتقدمة تصور مستنقعا فحميا

قديما وقد تراكت فوق قعره الصلصالي طبقة كثيفة من الجذوخ والجذور

والافصان والاوراق والنباتات ثم تصور ان هذا كله وقد طمر تحت رواسب

تراكت عليه فضغطت عليه ضغطا عظيما فاخذ ينحل رويدا رويدا بمزل

عن الهواء — فاذا تصورت ذلك فانت بمشهد من تكون الفحم في العصور

الحالية

والراجع ان الطبقات الفحمية تكونت في بحيرات شاطئية عند

مصاب الأنهار فكانت عرضة لان تطمرها رواسب هذه الأنهار. يدل

على ذلك ان بين طبقات الفحم تجد آثا رواسب نهريّة من رمل وطين

وآثار رواسب جيوية بحرية

حقبة الحياة المتوسطة (المسوزوية)

وتعرف بالحقبة الشائبة

حقبة الحياة المتوسطة استغرقت من الزمن الجيولوجي نصف الحقبة

السابقة (الباليوروية) وضعف الحقبة التالية (الكايوزوية او حقبة الحياة

الحديثة) وهي تنقسم الى ثلاثة ادوار

(١) الدور الترياسي

- (٢) الدور الجوري نسبة الى جبال جورا. Jura Mts. بفرنسا
(٣) الدور الطباشيري او الكريتاسي (وهذا الاخير نسبة الى
الحيوانات الكريتاسية أي القشرية)

(انواع الحياة) وقد دعت هذه الحقبة حقبة الزواحف لان
الحيوانات المتغلبة فيها على الارض كانت من الزواحف ولكن كان منها
ما يطير ومنها ما يأكل العشب ومنها ما يأكل اللحم . وكانت تسكن في الماء
وعلى اليابسة وفي الهواء . وكان دماغ الزواحف في هذه الحقبة صغيراً
في بادئ الامر ثم نشأ منها حيوانات بيوضة متوسطة بين الزواحف
والثدييات . ومن قسم آخر منها نشأت الطيور
وخير طريق لتتبع انواع الاحياء في هذه الحقبة ذكر اهم الاحياء
في الادوار المختلفة

الدور الترياسي - كانت البحار في هذا الدور تجمُّ بالحيوانات،
المعروفة بالامونيت Ammonites وهي اعلى ما بلغه التطور في الجيرانات
غير الفقارية . ثم ظهرت الحيوانات المرجانية . هذا في البحر واما على
اليابسة فكانت فقاريات المياه العذبة قد اضطرت ان تلائم نفسها
للمعيشة على اليابسة . ثم ان الزواحف كانت آخذة في التطور واشهر
امثلتها حيوانات الدينوسور على اختلاف انواعها . والراجع

انها كانت حيوانات بيوضة ضخامتها ارجل شبيهة بأرجل الطيور ومخالب كخالب العقبان يسير واحدها على رجلية الخلفتين . ومنها صنف كسول يعيش على الخضرفى البطائح والمستنقعات . واكبرها نوع يعرف بالسوربود Saurpod يسير على قوائمه الاربع ضخمة الجثة له ارجل كالاعمدة ، وعنق طويلة كالافعى ، وذنب طويل مستدق ودماغ لا يزيد وزنه على رطل مع ان وزن جسمه كان يزيد على اربعين طناً وطوله يتباين من ٦٠ قدماً الى ثمانين . ومنها ما كان مدرعاً

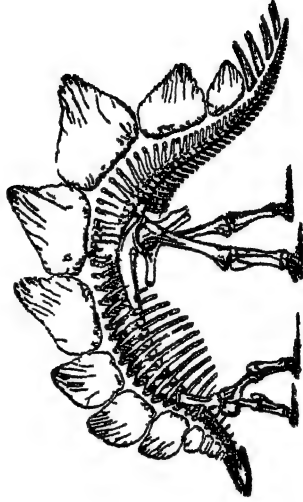
ويلى الدينوسور بين حيوانات هذا الدور الحيوانات المعروفة بالثيرو دكتيل او تنانين الهواء . وهي من الزواحف الطائرة . وقد كانت تلمسقة بين طرفي الجناحين في بعضها تبلغ ٢٥ قدماً . اما رثوسها فكانت مستطيلة ولها في مناقيرها اسنان

اما حفريات العصافير فتظهر اول مرة في تاريخ الارض في طبقات الدور الجوري الحديثة . ويظهر منها انها كانت وسطاً بين الزواحف والطيور . ومنها ما كانت مناقيره ذات اسنان

الدور الجوري - حيوانات هذا الدور بعض انواع الفراش والجنادب ، واثيرو دكتيل والارض (النمل الابيض) . والظاهر ان النمل نشأ في هذه الدور من الزناير التي تعيش الآن في الصحاري



أحد الطيور المسنة الناقية



أحد الزواحف المدبرية



س - وادي لا وادي



مكمل الماموت

اما الزواحف فتنوعت وكثرت فظهرت العظاءة lizard والسحفاة
والثناين الطيارة . وبلغت حيوانات الدينوسور ذروة تنوعها واشهرها
« السوروبود » والزواحف المدرعة

اما في البحر فكانت الحيوانات المتوسطة بين الزواحف والاسماك
ومن الحيوانات غير الفقارية الاسفنج والمرجان واصناف الحيوانات
القشرية امثال (الجسري) ولكن معظم الاصناف البحرية كانت من
نوع الامونيت

الدور الطباشيري - مما يمتاز به هذا الدور بلوغ النباتات الزهرية
ككل نموها جنبا الى جنب مع الدينوسور والطيور المسننة المناقير
لم تكن احياء البحر كثيرة الاختلاف عن امثالها في الدور لسبق
ومن الحيوانات البارزة في هذا الدور القنفذ البحري (التوتيا او الرتسا)
والحمار (الاستردية) واشباهها ، ونقصت حيوانات الامونيت
وظلت الزواحف الحيوانات الغالبة في هذا الدور كما في الدور
السابق في اشكالها المتغيرة

وفي آخر هذا الدور تلاشت او كادت حيوانات الامونيت
والدينوسور والاسماك والطيور المسننة المناقير ونقصت حيوانات
المريجات كغيرها من سائر الزواحف على الارض زالت في
الوقت نفسه ، ففسحت المجال للثدييات والطيور ان تلاثم نفسها

للنباتات الزهرية الجديدة وان ترتفع على سلم هذه الملاممة الى مقام السيطرة في حقبة الحياة الحديثة « الكاينوزوية »

(صخور هذا الدور) ويمتاز هذا الدور بطبقات الصخور الطباشيرية . مما حمل العلماء على تسميته بالكريتاسي من (كريت) اللاتينية ومعناها طباشير . وكان يظن قبلاً ان الرواسب الطباشيرية تتجمع في قيعان البحار . ولكن الطبقات الطباشيرية الخاصة بهذا الدور بما فيها من الحفريات وما يتخلل بعضها من الرمل يشير الى تكونها في بحار ضحلة على مقربة من الشاطئ . وعليه يحسب العلماء الرواسب الطباشيرية ما يتجمع من مواد آلية معظمها اصله هياكل حيوانات (الفورمانيفرا) نباتات (الطحالب البحرية) جيرية

حقبة الحياة الحديثة (الكاينوزوية)

ونعرف بالحقبة الثلاثية

(شكل الحياة الغالب) قلنا ان حقبة الحياة المتوسطة كانت عصر الزواحف . واما حقبة الحياة الحديثة فهي عصر الثدييات . فارتقاء الزواحف وتنوعها وتغلبها على سائر اشكال الحياة في الحقبة التناائية (الحياة المتوسطة - الميسروية) كانت قد بلغت منتهاها في مطلع الحقبة الجديدة فلم يكن لها شأن كبير في الحياة على الارض بعد ذلك . وقد حلت محلها

الحيوانات الثديية ، التي تغلبت على سائر اشكال الحياة على اليابسة وفي البحر كذلك . ففي نهاية الدور الاول من الحقبة الثلاثية (حقبة الحياة الحديثة) ثم تحول اول حيوان ثديي للمعيشة البحرية في حيوان شبيه بالبلال (الحوت) وفي الدور الذي تلاه نشأت بقر البحر وفي الدور الذي بعد ذلك ظهرت الحيتان الصحيحة والفقم وغيرها

(ادوار الحقبة) وتقسم هذه الحقبة الى اربعة ادوار

القديمة (١) المبتدئ الحداثة او الايوسين

(٢) القليل الحداثة او الالوجوسين

(٣) المتوسط الحداثة او الميوسين

(٤) الكثير الحداثة او البليوسين

الحديثة

(حيوانات الحقبة) الحشرات - ترتبط حياة الحشرات بحياة النباتات

على اليابسة واشكالها . ولما كانت النباتات الزهرية قد اخذت تكثر في هذه الحقبة فيلزم عند ذلك ارتقاء الحشرات وتنوعها . وفي هذه الحقبة يرى لأول مرة في الزمن الجيولوجي وتب الحشرات على اختلافها حتى اعلاها رتبة كالفراش وانحل والنمل . ولما كانت درجة الدفء والرطوبة على سطح الارض اعنى جليد مما هي عليه الآن ، كانت حياة النباتات والحشرات

يأخذ من الماضي الآن

الاسماك - كانت اسماء هذه الحقة مماثلة بوجه عام لاسماء عصرنا الحالي فكانت القرشان حينئذ من ملوك البحر كما هي الآن الزواحف - كانت الزواحف قد بلغت ذروتها قبل هذه الحقة واخذت في الانحطاط . والزواحف الجبارة من امثال الدينوسور واشباهه بادت . ولم يبق الا التماسيح وامثالها من السحالي والعطاء الطيور - يذكر القاري ان اول الطيور كان وسطا بين الزواحف والطيور وآثاره تترد الى الدور الجوري من الحقة السابقة . ثم في الدور الطباشيري ظهرت الطيور المسننة المناقير والطيور المائية . أما في هذه الحقة فانقرضت الطيور الزحافية وكذلك الطيور المائية على الغالب ، ولم يبق الا الطيور التي مثل طيور هذا العصر . وقد وجد أن معظم فصائل الطيور الحاضرة لها آثار في الحقة الثلاثية (الكاينوزوية) ومن الثابت ان ابيدء ربا منجل والكاتب والنحام كانت طيور آتقطن فرنسافي ذلك العهد

الثدييات - كالفرس والكر كدن والنقية والجمال ونظم والقوارض والواحم (الاسود والنمورة) والقردة هي أهم ما تتميز به الحياة في هذه الحقة . وهي ارق مراتب الحيوان تتميز بدم حار واثداء لارضاع صغارها اللبن . وبها سميت هذه الحيوانات . ومعظم أجسام الثدييات مغطى بشعر وبها تتميز كذلك كما تتميز الطيور بالريش . وثمة فروق

أخرى بينها وبين سائر الحيوانات في تركيب الأعضاء ووظائفها - ومن أهمها حجم الدماغ . ومعظمها متعود سكن اليابسة ولكن منها ما يعيش في الماء كالقلم وأسود البحر وبقر البحر والحيتان ، وثمة رتبة واحدة منها تجارى الطيور وهي رتبة الخفافيش

(نباتات الحقبة) النباتات المتغلبة في هذه الحقبة هي النباتات الزهرية، وفيها تطورت وكثرت أنواعها وفصائلها . فقد كانت اشجار النخيل وغيرها من الاشجار الاستوائية تغطي اوربا في الدور المبتدئ الحداثة eocene لان متوسط الحرارة كان يتراوح فيها بين ٧٥ و ٨٠ أى أن جو أوربا حينئذ كان حاراً وفي الدور المتوسط الحداثة (الميوسين) كانت الاشجار الخاصة ببلدان البحر المتوسط الآن تغطي لبلندا وجزيرة سبتسبرجن وهي من البلدان الشديدة البرد الآن . وقد كان متوسط حرارة الجو في اوربا حينئذ يزيد من ١٦ الى ٢٠ درجة عن متوسطها الآن (تكون سلاسل الجبال) - كانت قشرة الارض في الحقبة المتوسطة الحياة (المسوزوية) مستقرة في الغالب ، لم تنتبها افعال داخلية عنيفة . ولكن في الحقبة الحديثة الحياة لم تكن كذلك فتقلصت القشرة وتجمعت غرضى ذات الى رفع سلاسل الجبال المشهورة الآن مثل جبال حملايا في آسيا وجبال الالب في اوربا . فنشأ عن ذلك توزيع اليابسة والماء على سطح الأرض الأرضية على سائر انحاء الارض الآن

(البترول) في حالته الطبيعية سائل لزج يختلف لونه من اخضر
تاتم الى اسود وهو من الناحية الكيميائية مركب ايدروكربوني اى
مركب من عنصر الايدروجين والكربون ولكنه يحتوى على مقادير
ضئيلة من الاكسيجين والكبريت والنتروجين.

ولا يوجد في الارض في طبقات ولا كهوف ولا انهار تجري تحت
الارض . ولكن في مواقع معينة اماكن رملية او جيرية مشبعة بالبترول
كلها قطع كبيرة من الاسفنج بعد امتصاصها للماء . على ان البترول لا
يبقى في هذه الارض الاسفنجية الا اذا كانت تغطيها طبقة لا يحترقها البترول
وانت اذا حفرت بئراً بترولية عميقة مررت بثلاث طبقات
اولاها طبقة من الغاز ينطلق فجأة في الجو فيميت احيانا الذين يحاولون
استخراج البترول . والثانية تحتوى على البترول الصحيح والثالثة على ماء اجاج
رسب بشدة كثافته . وقد ينبعث البترول بقوة عظيمة بفعل الغازات المنحثة
فيه فاشبه البئر البترولية من هذه الناحية فسل الفوارات . وقد جاء ان احدى
هذه الآبار انبثقت في القوقاس الى علو ٨٠ مترًا

(اصل البترول) تذهب طائفة من العلماء الى ان البترول من اصل
خسيري اى انه نشأ من انحلال الاحياء او من اختارها بمعزل عن اكسجين
الهواء . وقد ينهم هذا الفعل بطفيان مياه البحار (لذلك توجد المياه الناخة
تحت البترول) اربهر رب الاحياء عند حدوث حدث جولوجي وانظر ارضا

على اثره. والطائفة الاخرى تذهب الى انه تولد من التفاعل الكيميائي بين الماء وكربورات المعادن في داخل القشرة الارضية
واذا ذهب العلماء مذهباً حاولوا ان يؤيدوه بالتجارب العملية. لذلك.
ترى اصحاب هذين المذهبين يحاولون تأييدهما بصنع البترول في المعامل.
وقد تمكن الفريق الاول من توليده من بقايا النباتات والحيوانات كما تمكن.
الفريق الثاني من صنعه بالتفاعل الكيميائي بين الماء وكربورات المعادن. فان
ترجيح احد المذهبين متعذر الآن

حقبة الحياة البشرية (الاثروزيوية او السيكوزوية)

وتعرف بالحقبة الرابعة

(ادوارها) لهذه الحقبة دوران

(١) البليستوسين أو الجليدي

(٢) الحديث أو البشري أو ما بعد الجليدي

دعيت هذه الحقبة بحقبة الحياة البشرية لتغلب الانسان على سائر
الكائنات فيه. اما اسمها الافرنجي فأثروزيك من اثروس ومعناها
نسان اترسيكوزويك من سيكي ومعناها نفس او عقل

الانسان في المصور الجليدية

(المصر الحجري القديم) — يستغرق العصر الحجري القديم نهاية

الدور البليوسيني (وهو أحدث ادوار حقبة الحياة الحديثة) وكل الدور

البليستوسين (أقدم دورى حقبة الحياة البشرية) وقد كان رجال هذا العصر صيادين اشداء يستعملون ادوات حجرية وقد رقت حواشيها واستدقت رؤوسها

انسان جاوى — وا قدم ما وجد من آثار الانسان المتحجرة وجد في بلدة ترينل في جزيرة جاوى سنة ١٨٩١ اما تاريخ الطبقة الصخرية الاثار التي وجدت فلم تحدد تحديد اذيقوا ولكن يظن ان صاحب هذه الاثار كان عاشا في اوائل البليستوسيني. وتشتمل هذه الاثار على جمجمة وثلاث اضراس وعظمة الفخذ الايسر. وقد دعا الاستاذ ديوى صاحبها باسم علمي معناه الانسان القردى المنتصب (بيكانتروبوس إركتس) ويرجح ان قدم عصره يتباين من ٤٠٠ الف سنة الى ١٤٠٠٠٠ سنة

انسان بتلدون — وا قدم ما وجد من آثار الانسان في اوربا وجد في بتدون من مقاطعة اسكس الانكليزية سنة ١٩١٣ وهي آثار انسان دعى الانسان القجرى (ايا تروبوس) فقد وجد من هيكله قطع من الجمجمة والفكين ويستدل منها ان فراغ جمجمة كان يحتوي على دماغ وزنه ٤٣ اوقية يقابل ذلك في الانسان الحديث دماغ وزنه ٤٩ اوقية فيظن انه يرتد الى واسط الدور البليستوسيني

انسان هيدلبرج — وجدت آثاره في بلدة بالمانيا على مقربة من هيدلبرج المشهورة بجانبها سنة ١٩٠٧ وهي فك باسنانه. وكانت مطمورة

تحت ٨٠ قدماً من رواسب نهريّة من الدور البليستوسيني أو ما بعده .
والاسنان قريّة جداً من اسنان الانسان ولكن عظام الفك ضخمة
وحاشبه بفك القرده

انسان نيندرتال - ووجد الباحثون في وادي نيندرتال في سنة
١٨٥٦ بالمانيا بقايا انسانية ثم وجد ما يشابهها في بلجيكا وفرنسا وجبل
طارق وبلاد الكروات واخيراً في فلسطين وعثر على ادوات اصحابها منشورة
في غرب اوربا الى بولونيا شرقاً وبلاد القرم واسيا الصغرى
ويظن انهم كانوا عاشرين في عهد يتباين من ٦٠ الف سنة الى ١٥٠
الف سنة . وهو عهد اليبسون والقرس والرنة والمموث . وهذه السلالة
من الناس عاشت زمناً طويلاً قبلما انقرضت

كان منظر الانسان النندر تالي وحشياً ومتوسط قامته نحو ٥ اقدام
وثلاث بوصات وكان ذاسافين مقوستين قليلاً عند الركب ورأس كبيرة
بأنسبة الى سائر الجثة . وكان دماغه كبيراً يزن ٤٩ اوقية

(العصر الحجري الجديد) تحت هذا العنوان ينطوى البحث في
مضارة من نحو ١٨٠٠ سنة ق.م في اسيا الصغرى وبلاد العرب وبلاد
القرس . فالانسان النيوليتي (انسان العصر الحجري الجديد) في سوسا
ندر - يرتد الى ١٦٠٠ ق.م وسكان كريت القدماء الى ١٢٠٠٠ ق.م
يرتد الى ١٢٠٠ ق.م والانسان النيوليتي في اواخر الدور البليستوسيني

ويستمر الى العهد التاريخي . وفي اثناء ذلك تقدم الانسان في ادواته الحجرية
وَصنَّع الاسلحة منها . ففي هذا العهد كان الحجر الصواني يلي المأكل والملبس
شأناً في نظر الانسان فمناجم الصوان كانت في نظرهم حينئذ مثل مناجم
الحديد في نظرنا

وبدأ اناس العصر الحجري الجديد يصنعون الخزف ويدجنون
المواشي ويعيشون جماعات . ثم يلي ذلك انشاء مساكن ثابتة وتعميم اصول
الزراعة وترقية صناعة الخزف باستعمال الدولاب « عجلة الخزاف » ثم
اكتشفت القلزات مثل النحاس والذهب والحديد وبدأت الهجرات
الانسانية والحروب والصناعة والتجارة



فصول الكتاب

الصفحة

١ — الجولوجيا. مقدمة في غايتها ومباحثها واساليبها وصلتها بالعلوم

٩ — ٢٢ الكرة الأرضية

معلومات ابتدائية ٩ — شكلها ١٠ — ١٠ ثقلها النوعي ١٠ —

الغلاف الهوائي ١١ — الغلاف المائي ١٢ — المحيطات والبحار ١٥ —

الغلاف اليابس ١٦ — القارات ١٧ — جوف الأرض أو باطنها ١٨ —

تكون القارات ١٩

٣٣ — الصخور

مواد القشرة الأرضية ٢٤ — طرق دراستها ٢٤ — مواد الصخور

— صخور السب ٢٨ — الصخور النارية ٣٥ — الصخور المتحولة ٣٥ —

— — — — — خارجية

٤٤ — العوامل الجوية ٤٤ —

العوامل المائية ٥٠ - الدلتا ٥٨ - البحيرات ٦٠ - البحر ٦٢ - الجليد ٧٢
البرد والثلج والثلجات ٧٤ - فعل الماء الكيميائي ٧٩ - الناييم الطيبة
٨١ - العوامل البيولوجية ٨٢ - الانسان واثره الجيولوجي ٩١

٧٤ العوامل البركانية (الداخلية)

حرارة باطن الارض ٩٥ - حالة باطن الارض ٩٥ - البراكين
٩٧ - الفوارات ١٠٢ - الزلازل ١٠٦ - ارتفاع اليابسة وانخفاضها ١١١ -
تكون سلاسل الجبال ١١٣ - تكون المحيطات والقارات ١١٥ - العوامل
الكيميائية ١١٦

١١٨ - الجولوجيا التاريخية

مدى الزمن الجولوجي ١٢٠ - التابع الجولوجي ١٢٣ -
الحفريات والآثار المتحجرة ١٢٥ - تقسيم الزمن الجولوجي ١٩

١٣٤ - الحقب الجولوجية

الارض قبل الحقب الجولوجية ١٣٤ - حقبة الحياة الابتدائية
١٣٠ - حقبة الحياة القديمة - ١٣٨ - حقبة الحياة المتوسطة ١٢٤ - حقبة
الحياة الحديثة - ١٢٨ - حقبة الحياة البشرية ١٥٣ - الانسان في العصور
الجليدية ١٥٣